ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ДЕТАЛИ

Справочник строителя

Пиломатериали (сортим.) – стр. 102

СПРАВОЧНИК СТРОИТЕЛЯ

Серия основана в 1976 году

ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ДЕТАЛИ

Под редакцией
доктора технических наук,
профессора В.М. Хрулева

3-е издание, переработанное и дополненное

Москва Стройиздат 1995

ББК 38.35
Д 36
УДК 624.011.1:691.11(035.5)

Издание выпущено в свет при содействии Комитета РФ по печати

Авторы: В.М. Хрулев, К.Я. Мартынов, С.В. Лукачев, Г.М. Шутов

Редактор Л.А. Кашани

Д 36 **Деревянные конструкции и детали** (В.М. Хрулев, К.Я. Мартынов, С.В. Лукачев, Г.М. Шутов; Под ред. В.М. Хрулева. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1995. – 384.: ил. — (Справочник строителя)
ISBN 5-274-01533-6

Даны сведения об индустриальных деревянных и комбинированных конструкциях и деталях; охарактеризованы свойства применяемых материалов — пиломатериалов, фанеры, древесных плит, клеев, пластмасс, асбестоцемента. 2-е издание вышло в 1983 г. 3-е издание дополнено описанием новых технологий и переработано в соответствии с современными достижениями науки и техники.

Для инженерно-технических работников строительных организаций; может быть рекомендован студентам строительных вузов.

3307000000 — 467
Д ----------------------------- Без объявл. **ББК 38.35**
047(01) — 95

ISBN 5-274-01533-6

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель справочника — дать необходимый объем специальных сведений по технологии изготовления деревянных конструкций и деталей с учетом современных требований к их качеству и состояния производственно-сырьевой базы. В основу построения справочника заложен принцип объяснения технологических особенностей производства конструкций и деталей в зависимости от их назначения и конструктивной формы. Соответственно расположен материал справочника: а) сведения о конструктивных особенностях и области применения основных видов деревянных конструкций, столярных изделий, деталей сборных домов и специальных сооружений; б) технические требования и данные о свойствах материалов, из которых рекомендуется изготовлять упомянутые конструкции и детали, способы соединения материалов и деталей в конструкцию; в) рекомендации по обработке материалов, сборке деталей, конструкций, а также по применяемому оборудованию; г) индустриальная технология изготовления конструкций и обеспечение их долговечности; д) правила хранения, перевозки, монтажа конструкций, рекомендации по их ремонту и эксплуатации. В конце справочника приведены сведения об организации производства конструкций и контроле их качества. Такой порядок изложения соответствует методическим принципам подготовки специалистов, содержанию вузовских программ и последовательности технологического проектирования.

Рекомендации справочника учитывают качественные изменения, происходящие в поставках лесоматериалов, заготовок и комплектующих деталей. Требуется высокая техническая культура производства, чтобы современные деревянные конструкции из некондиционного сырья удовлетворяли всем нормам и стандартам.

По сравнению со вторым изданием, вышедшим в 1983 г., в третьем издании расширены сведения о конструкциях на металлических пластинах, комбинированных соединениях, клеях, применении цементно-стружечных плит; обновлены разделы о защите древесины, столярных изделиях, деталях сборных домов. Более полно даны сведения о материалах для деревянных и комбинированных конструкций. Внесены изменения в связи с вводом в действие новых стандартов и технических условий.

Справочник составлен в соответствии со СНиП II-25-80 »Деревянные конструкции. Нормы проектирования», СНиП 3.03.01—87 «Несущие и ограждающие конструкции. Правила производства работ», СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии». Учтены также требования руководств и рекомендаций, выпущенных Стройиздатом и центральными институтами по строительству.

Справочник подготовили:

д-р техн. наук, проф. В.М. Хрулев — предисловие, гл. 1, гл, 5, (кроме п. 5.1), гл. 6, 7, 8 (кроме п. 8.5), гл. 9, 12, список литературы, предметный указатель;

канд. техн. наук, доц. К.Я. Мартынов — гл. 2 (кроме п. 2.7), гл. 4, 10;

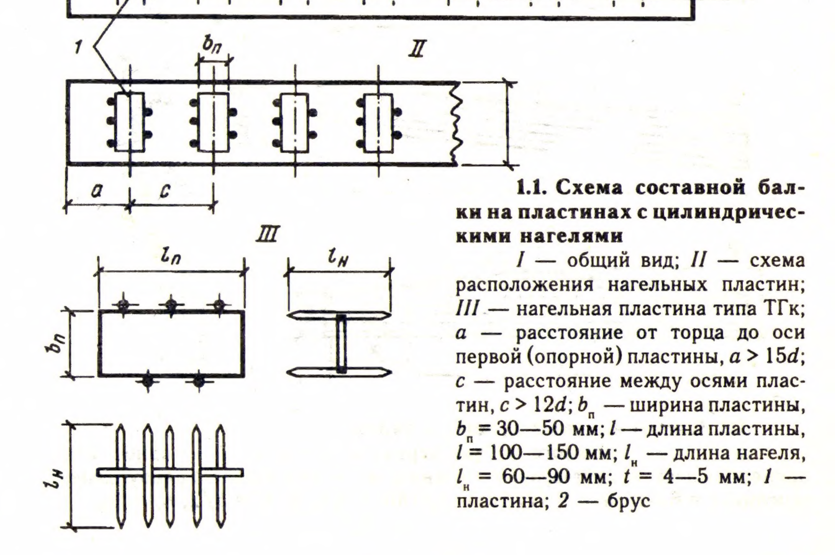
д-р техн. наук, проф. Г.М. Шутов — пп. 2.7 и 8.5;

канд. техн. наук, доц. С.В. Лукачев — гл. 3, п. 5.1 и гл. 11.

Глава 1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

1.1. БАЛКИ

Балки на пластинах с цилиндрическими нагелями (рис. 1.1) собирают из двух-трех брусьев, выполненных в основном из древесины сосны и ели. Качество древесины должно удовлетворять СНиП II-25-80, влажность должна быть в пределах 15—30%. С целью унификации балок рекомендуется использовать брусья толщиной 100, 150, 175 мм и шириной 100, 125, 150, 175 мм. Для скрепления брусьев применяют нагельные пластины из листовой или полосовой стали марки ВСт3 толщиной не менее 4 мм. Нагели, закрепленные в этих пластинах сваркой или вдавливанием, изготовляют из проволоки диаметром 5—8 мм классов ВI и АI. Брусья, составляющие балку, соединяют между собой путем вдавливания в них цилиндрических нагелей при помощи запрессовочных устройств.



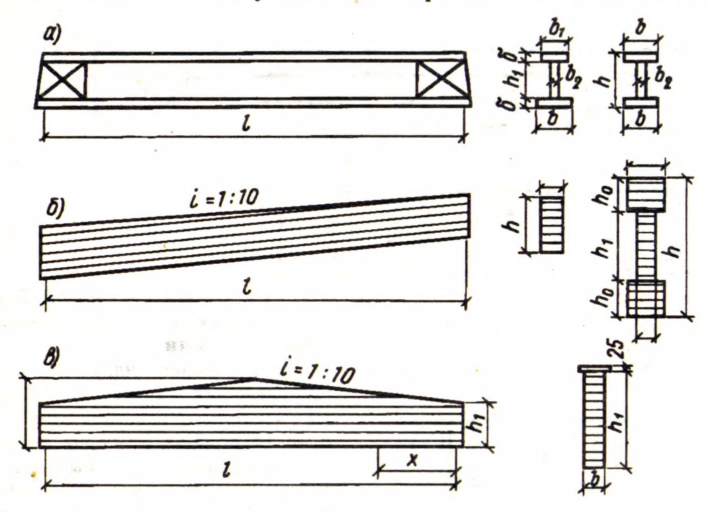
1.1. Схема составной балки на пластинах с цилиндрическими нагелями

I — общий вид; *II* — схема расположения нагельных пластин; *III* — нагельная пластина типа ТГк; a — расстояние от торца до оси первой (опорной) пластины, $a > 15d$; c — расстояние между осями пластин, $c > 12d$; $b_п$ — ширина пластины, $b_п$ = 30—50 мм; l — длина пластины, l = 100—150 мм; $l_н$ — длина нагеля, $l_н$ = 60—90 мм; t = 4—5 мм; *1* — пластина; *2* — брус

Клееные дощатые балки (рис. 1.2) пролетом 6 —12 м могут быть двутаврового и прямоугольного сечения, односкатные и двускатные. Двутавровый профиль сечения образуется склеиванием трех досок толщиной 4—5 см (рис. 1.2, *а*), либо послойным склеиванием пакета из досок различной ширины (рис. 1.2, *б*, *в*). Конструкции первого типа применяют в чердачных перекрытиях малоэтажных жилых зданий, второго — в бесчердачных покрытиях промышленных и складских зданий.

Балки прямоугольного сечения наиболее просты в изготовлении и несложны по расчету. Они устойчивы при отношении высоты сечения к его ширине не более 6. Устойчивость балок двутаврового сечения обеспечивается постановкой ребер жесткости и усилением опорных зон. Балки склеивают из сосновых или еловых строганых досок водостойкими фенолформальдегидными или алкилрезорциновыми клеями. Расход материалов приведен в табл. 1.1. Для запрессовки пакета используют винтовые, пневматические или гидравлические устройства (ваймы, прессы).

Допускается применение древесины различных пород: в крайние зоны пакета укладывают прочные доски из плотных



1.2. Схемы клееных дощатых балок

а — рельсовидного и двутаврового сечения; *б* — односкатная прямоугольного и двутаврового сечения; *в* — двускатная прямоугольного сечения: l = 6—12 м; $h = (1/12 - 1/18)l$; $b = h/6$; $b_1 = b/2$; $h_1 = 2h_0$

1.1. Расход основных материалов на клееные деревянные балки прямоугольного сечения

Пролет	Расчетная нагрузка, кН/м	Размеры сечения, мм		Расход		Масса, кг
		ширина	высота	древесины, м^3	клея, кг	
			Балки постоянной высоты			
6	4,5	120	300	0,22	1,5	115
	6	120	365	0,26	2	135
	9	120	430	0,31	3	160
7,5	4,5	120	365	0,33	3	170
	6	120	430	0,39	3,5	200
	9	120	530	0,48	4	245
9	4,5	120	430	0,46	4	235
	6	120	530	0,57	5	290
	9	120	630	0,68	6	350
12	4,5	140	530	0,89	8	460
	6	140	660	1,12	10	570
	9	140	795	1,34	12	680
			Балки двускатные*			
6	4,5	120	430	0,2	1,8	105
	6	120	500	0,25	2,2	130
	9	120	570	0,3	2,6	155
9	4,5	120	630	0,44	3,5	225
	6	120	695	0,51	4	260
	9	120	825	0,65	5,6	330
12	4,5	140	795	0,83	7	425
	6	140	920	1,04	8,5	530
	9	140	1190	1,49	12,5	760

* Высота двускатных балок указана наибольшая.

пород с малым числом пороков, а в средние — доски худшего качества из малоценных пород.

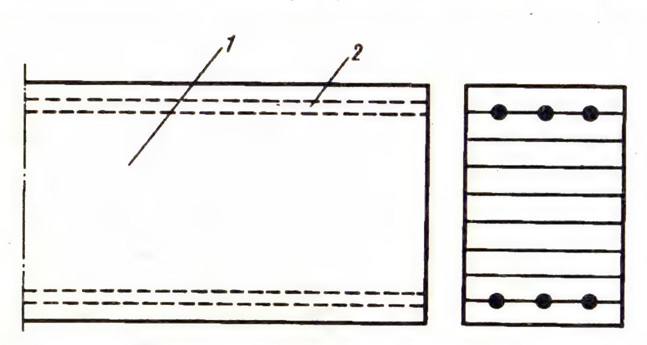
Двускатные балки из досок имеют прямоугольное сечение. Устройство ската достигается постепенным укорочением досок, укладываемых в пакет. Образующиеся при этом ступеньки заклеивают треугольными вставками или обрезают ручной электропилой. Для защиты от загнивания, возможного при протекании кровли, поверх балок прибивают антисептированные или оклеенные толем доски несколько большей ширины, чем сами балки.

Клееные балки двутаврового сечения с дощатой перекрестной стенкой имеют клееные дощатые пояса и стенку из двух слоев досок, склеенных или сколоченных гвоздями под углом к горизонтальной оси. Прочность, жесткость и несущая способность таких балок зависят от качества изготовления стенки.

Армированные балки получают при армировании сечения стальными стержнями, проволокой, сеткой или стеклопластиковой арматурой. Такие балки (рис. 1.3) имеют сравнительно малую относительную высоту сечения (1/25—1/30 пролета), меньшую массу и требуют меньшего расхода древесины. Однако эти балки более трудоемки в изготовлении, чем дощатоклееные.

Для армирования балок в крайних досках пакета вырезают прямоугольные или полукруглые пазы на 5 мм больше диаметра арматуры. Процент армирования принимают равным 2—4; при этом армируются как нижняя, так и верхняя зоны сечения. Используется арматура классов A-III и A-IV с расчетными сопротивлениями 31 и 54 МПа. Возможно применение предварительно напряженной арматуры. Арматуру в пазах крепят эпоксидно-цементным клеем, обеспечивающим надежное соединение металла с древесиной.

Экономичность армированных балок обусловлена не только сокращением расхода древесины на 30—40%, но и возможностью использования пиломатериалов более низкого сорта за счет устранения влияния пороков древесины в армированных конструкциях. Экономичность таких конструкций может быть также повышена за счет армирования только части длины —



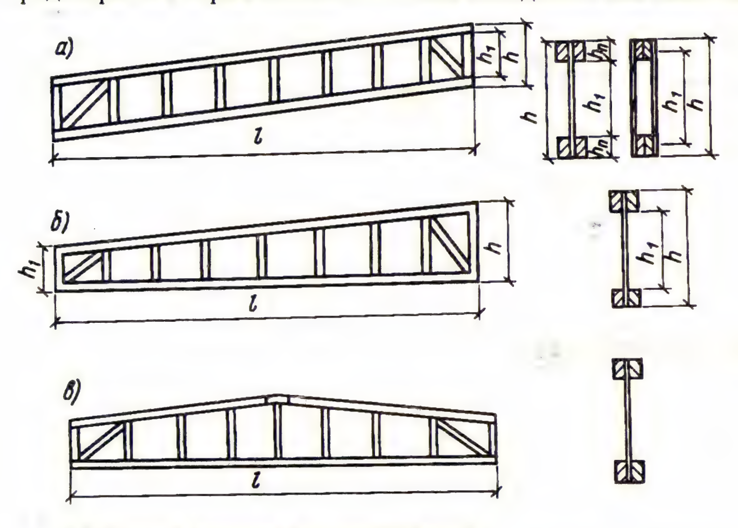
1.3. Схема клееной армированной балки
1 — дощатый блок; *2* — стальная арматура

зоны действия максимальных усилий. В этом случае расход арматуры и клея снижается на 15—30%.

Клееные фанерные балки изготовляют двутаврового и коробчатого сечений (рис. 1.4). Для стенок применяют водостойкую фанеру толщиной 6—12 мм, а для поясов — пиломатериалы I категории толщиной не более 5 см. Сплошная фанерная стенка обеспечивает жесткую связь между поясами и воспринимает сдвигающие усилия. Волокна рубашек фанеры направляют вдоль поясов, что увеличивает несущую способность балок и позволяет применять фанерные элементы, стыкованные «на ус».

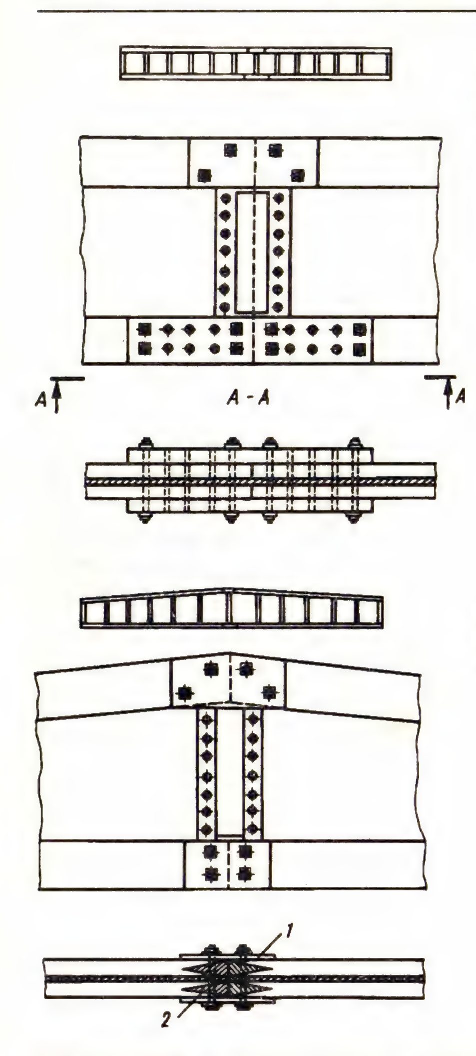
При изготовлении большепролетных балок двутаврового сечения, особенно двускатных, возникает необходимость собирать конструкции из двух частей. Соединяют половины балок деревянными и фанерными накладками на цилиндрических стальных нагелях и болтах (рис. 1.5) или с помощью клиновидных вставок (шайб) из древесно-слоистого пластика (рис. 1.6).

При изготовлении фанерных балок двутаврового сечения необходимо обеспечить устойчивость стенки постановкой ребер жесткости и предусмотреть меры против скручивания. Чтобы предотвратить отрыв поясов от стенки вследствие влажностных



1.4. Схемы клееных фанерных балок

а — с параллельными поясами двутаврового и коробчатого сечения; *б* — односкатная двутаврового сечения; в — двускатная двутаврового сечения l = 9—12 м, h = (1/8 — 1/12)l



1.5. Монтажный стык фанерной балки на стальных цилиндрических нагелях и болтах

1.6. Монтажный стык фанерной балки на клиновидных вставках из древесно-слоистого пластика

1 — накладка из ДСП-В; *2* — клиновидная шайба из ДСП-В

деформаций, в досках поясов делают продольные неглубокие прорези. В опорной зоне балки усиливают постановкой диагональных ребер или дополнительных стенок.

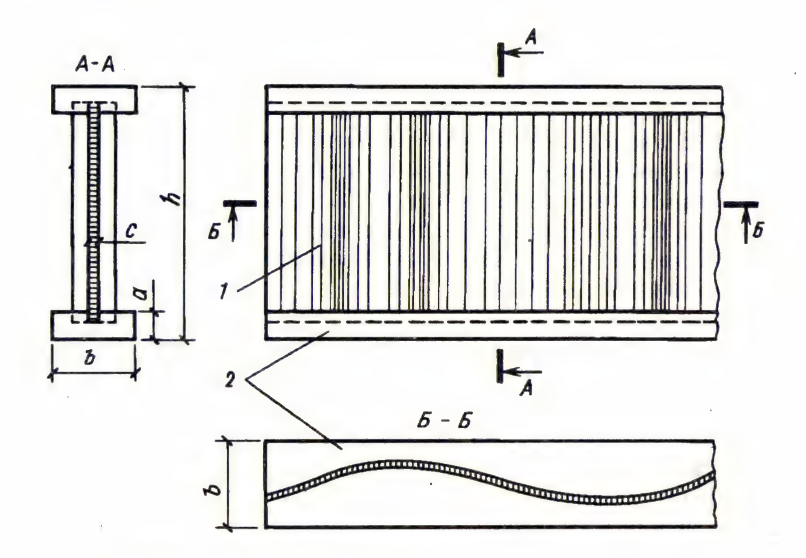
Фанерные балки коробчатого сечения (двускатные и с параллельными поясами) применяют для перекрытия пролетов до 12 м. Каркас таких балок выполняют в виде решетчатой фермы, обклеиваемой с обеих сторон фанерой. Для усиления

балок в опорных зонах устанавливают раскосы или дополнительные внутренние стенки. Конструкции коробчатого сечения следует антипирировать, а во избежание подсоса воздуха пролет их необходимо членить на глухие отсеки.

Балки с волнистой фанерной стенкой. Устойчивость фанерных балок значительно повышается при установке волнистых стенок (рис. 1.7). К достоинствам таких балок относится малая масса при значительной несущей способности, минимальный расход материалов (табл. 1.2), возможность поточного изготовления, легкость транспортирования и монтажа. В балках с волнистой стенкой нет металлических средств крепления; поэтому их можно применять в сооружениях с агрессивной средой или обрабатывать всю конструкцию антипиренами и антисептиками, содержащими минеральные соли.

Способы изготовления волнистой стенки:

1) фанеру с поясами соединяют на клею в волнообразно выбранном пазу с наклонными стенками, заклинивающими вставляемый элемент и обеспечивающими фиксацию при склеивании;



1.7. Балка с волнистой стенкой

1 — стенка; *2* — пояс; a = 50—75 мм; b = 120—210 мм; c = 6—20 мм; h = 300—800 мм

1.2. Расход основных материалов на клееные балки с волнистой фанерной стенкой

Пролет, м	Расчетная нагрузка, кН/м	Высота балки, мм	Ширина досок, мм	Толщина, мм		Расход			Масса, кг
				досок	фанеры	древесины, $м^3$	фанеры, $м^3$	клея, кг	
6	2	300	120	50	6	0,072	0,0117	0,4	50
	4	400	140	60	8	0,094	0,02	0,46	70
	6	480	140	60	10	0,109	0,024	0,5	80
	9	560	170	60	12	0,118	0,028	0,5	90
	2	400	140	60	8	0,117	0,27	0,5	80
	4	500	140	60	10	0,135	0,041	0,55	100
7,5	6	620	170	60	12	0,152	0,061	0,64	130
	9	680	190	70	16	0,189	0,085	0,7	160
	2	480	140	70	10	0,168	0,048	0,74	130
	4	580	170	70	12	0,187	0,07	0,74	160
9	6	700	190	70	16	0,252	0,112	0,79	200
	9	800	210	75	20	0,317	0,176	0,91	300

2) фанерную стенку загоняют в прямой широкий паз, где она волнообразно искривляется под влиянием продольного усилия. В таком положении ее закрепляют эпоксидными мастиками и деревянными бобышками. Установка стенки в прямом пазу позволяет менять на определенных участках длину волны, придавать балкам строительный подъем, стыковать листы фанеры в стенке внахлестку. Применяют водостойкую фанеру марки ФСФ толщиной 6—20 мм.

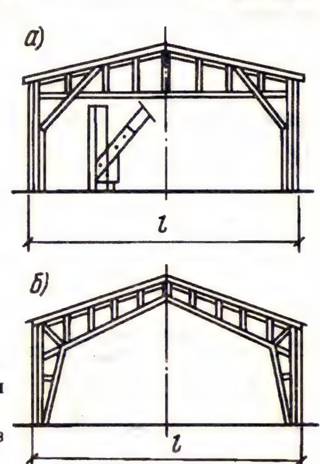
Номенклатура балок с волнистой стенкой из фанеры насчитывает 35 типоразмеров*, из которых 21 — пиробалки с параллельными поясами пролетом 6; 7,5 и 9 м; 14 — двускатные балки с пролетом 6 и 7,5 м. Отношение высоты к пролету у балок с параллельными поясами колеблется от 1/21 до 1/11, а у двускатных — от 1/10 до 1/9. Балки рассчитаны на нагрузки 2—9 кН/м. Такие балки применяют в покрытиях животноводческих зданий и складов.

*Деревянные клееные балки с волнистой стенкой. — М.: Новосибирск, ЦНИИЭПСельстрой — НИСИ, 1970.

1.2. РАМЫ

Рамы состоят из горизонтальных или наклонных элементов — ригелей и вертикальных — стоек. Благодаря совместной работе этих элементов значительно снижается изгибающий момент в ригеле, что позволяет увеличить пролет конструкций до 18—24 м. Соединение ригеля со стойкой может быть неподатливым (при использовании дощатых гнутоклееных и клееных фанерных рам) или относительно податливым (при использовании дощато-гвоздевых или сборных рам из прямолинейных клееных дощатых и фанерных блоков). Рамы работают преимущественно как трехшарнирные конструкции. Их собирают из двух Г-образных частей или из четырех прямых блоков, более транспортабельных, чем Г-образные.

Дощато-гвоздевые рамы двутаврового сечения (рис. 1.8) имеют перекрестную сплошную стенку, обрамленную поясами из досок или брусьев и усиленную ребрами жесткости. Для повышения жесткости карнизного узла к наружным кромкам ригеля и стойки крепят на шурупах стальные полосы, через которые передается часть растягивающих усилий. Растягивающие усилия также воспринимаются диагонально поставленными ребрами, скрепленными с верхним и нижним поясами. В коньковом узле Г-образные элементы соединяют парными накладками, а торцы ригелей во избежание обмятия древесины обшивают стальными полосами или заключают в стальные скобы. Дощато-



1.8. Схемы дощато-гвоздевых рам двутаврового сечения

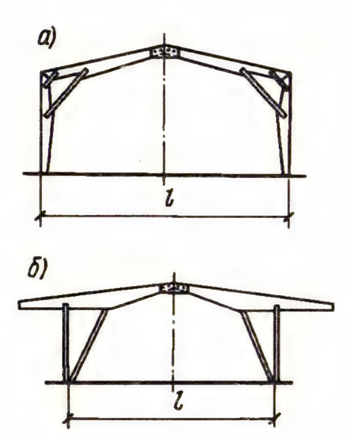
а — со стойками из брусьев; *б* — из двух полурам; l = 18 м

гвоздевые рамы применяют для временных сооружений — летних павильонов, складов.

Клееные сборные дощатые рамы собирают из четырех блоков (рис. 1.9, *а*), в карнизном узле скрепляют швеллерами и парными деревянными схватками на болтах. Швеллеры воспринимают растягивающие усилия в узле, а схватки — сжимающие. Ригели и стойки имеют переменное сечение с учетом изменения величины изгибающего момента. В коньковом узле рамы скрепляют деревянными парными накладками. Собирают рамы на строительной площадке.

Применяют также рамы из прямых клееных блоков, скрепленных в карнизном узле накладками из бакелизированной или водостойкой фанеры. Их соединяют водостойкими клеями, прижимают винтовыми или гидравлическими ваймами и дополнительно крепят винтами или шурупами. На строительстве такие рамы поступают в виде Г-образных блоков. В связи с недостаточной жесткостью накладок и возможностью неплотной подгонки их к боковым поверхностям блоков карнизное сочленение может быть слабым местом конструкции, что следует учитывать при транспортировании и монтаже.

Рамы из прямолинейных блоков с жестким карнизным узлом. Блоки соединяют на клею зубчатым шипом (предложение лаборатории деревянных конструкций ЦНИИ строительных конструкций). В косообрезанных торцах блоков выбирают зубчатые пазы, направленные вдоль высоты сечения, покрывают их клеем и запрессовывают при помощи гидравличес-



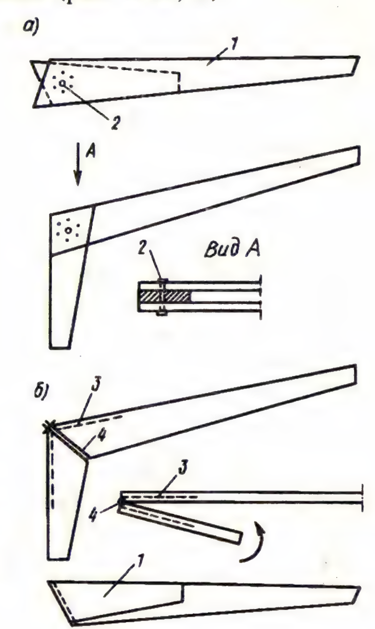
1.9. Схемы трехшарнирных клееных дощатых рам

а — из четырех блоков на парных схватках с подкосами; *б* — из двух блоков со стойками из целых или клееных брусьев; l = 18 м

ких вайм. Получение таких соединений возможно только в заводских условиях при строгом контроле точности вырезки шипов, подгонки блоков, усилий запрессовки, режимов склеивания и т.п.

Блоки в карнизном узле также соединяют при помощи выпусков стальной арматуры, вклеенной в дощатые пакеты. При возведении сооружений, к конструкции которых не предъявляют особых эстетических требований (складов, навесов и т.д.), стойки сборных рам дополняют подкосами (рис. 1.9, *б*), а для уменьшения изгибающего момента в ригеле делают карниз.

Складывающиеся рамы предназначены для быстрого монтажа и транспортирования в отдаленные районы. При поворотном устройстве карнизного узла (рис. 1.10, *а*) ригель расчленен на две ветви, между которыми помещается стойка, удерживаемая болтом. В рабочем положении стойка закрепляется нагелями, в транспортном — заводится в просвет между ветвями ригеля. По другому варианту стойка, поворачиваясь на шарнире, складывается с ригелем, в рабочем положении закрепляется при помощи металлических стержней, вклеенных в блоки (рис. 1.10, *б*).

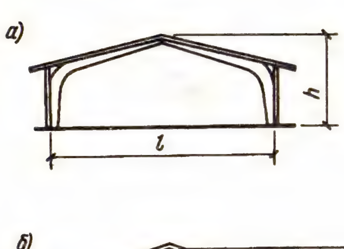


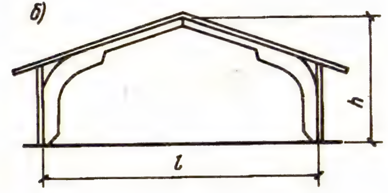
1.10. Схемы складывающихся рам

а — с центральным болтом и нагельным креплением карнизного узла; *б* — с неразъемным боковым шарниром и креплением карнизного узла на вклеенных стержнях; *1* — рамы в транспортном положении; *2* — центральный болт; *3* — вклеенный стальной стержень; *4* — неразъемный шарнир

Гнутоклееные рамы. Монолитная конструкция узла получается при изготовлении гнутоклеенных блоков (рис. 1.11, *а*). В месте перехода от ригеля к стойке доски изгибают по малому радиусу, поэтому толщина досок должна быть не более 19 мм. В этом же месте блок наиболее нагружен, поэтому сечение делается мощным, для чего наслаивается много досок. Расчетное постепенное уменьшение высоты сечения в направлении от карниза к коньку и от карниза к пяте достигается укладкой разных по длине досок и опиливанием кромок блока со стороны, на которой образовались уступы. Для упрощения технологии изготовляют гнутоклееные блоки с одним уступом — при переходе от карниза к ригелю (рис. 1.11, *б*). Сохранение постоянной высоты сечения рам в месте перехода от ригеля к стойке может быть достигнуто армированием зоны карнизного узла гибкой арматурой. Этот прием позволяет уменьшить высоту сечения в месте перехода на 20—25% и сократить расход древесины и клея на 15—20%. Расход материалов на рамы указан в табл. 1.3.

Клееные фанерные рамы двутаврового и коробчатого сечения (рис. 1.12) могут иметь монолитное и сборное решение карнизного узла. При монолитном узле (рис. 1.12, *а*) пояса ригеля и стойки рам двутаврового сечения соединяют на клею при помощи гнутых вставок, изготовленных из шпона, или тонких досок. Концы вставок сращивают с поясами зубчатым шипом. При сборном узле (рис. 1.12, *б*) в поясах рам двутаврового сечения закрепляют стальную арматуру (стержни, полосы,





1.11. Схемы гнутоклееных трехшарнирных рам

а — с опиленными кромками ригеля и стойки; *б* — с уступом в ригеле; l = 18 м; h = 6—8 м

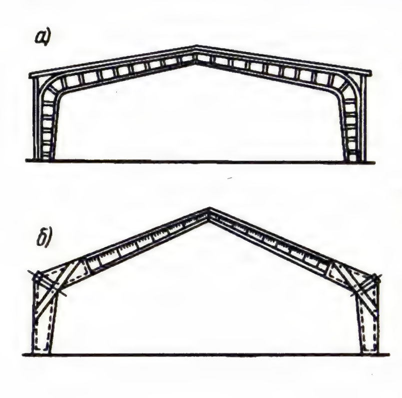
1.3. Расход основных материалов на клееные рамы

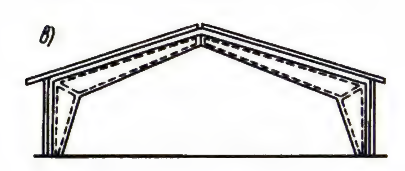
Пролет, м	Высота стойки (стены), мм	Расчетная нагрузка, кН/м	Размеры сечения, мм		Расход			Масса, кг
			ширина	высота*	древесины, $м^3$	фанеры, $м^3$	клея, кг	
Рамы дощатые из прямолинейных элементов с фанерными накладками								
12	3000	4,5	140	400	0,7	0,03	4	380
		6	140	430	0,9	0,04	5	500
		9	140	530	1,31	0,07	7	730
Рамы дощатые гнутоклееные прямоугольного сечения								
12	3600	4,5	120	416	0,96	–	16	500
		6	120	480	1,08	–	18	560
		9	140	512	1,26	–	25	660
18	3600	4,5	140	544	1,57	–	32	820
		6	170	592	1,92	–	40	1000
		9	2x100	672	3,16	–	60	1640
21	3600	4,5	170	576	2,68	–	42	1380
		6	170	672	2,82	–	56	1470
		9	2x100	784	4,2	–	78	1830
24	2400	4,5	170	544	2,82	–	43	1450
		6	170	640	3,2	–	52	1650
		9	2x100	736	3,64	–	80	1900
24	3600	4,5	170	656	4,14	–	71	2140
		6	2x100	714	5,44	–	96	2730
		9	2x100	800	6,64	–	120	3440
Рамы коробчатого сечения с фанерной стенкой								
12	2400	6	180	480	0,32	0,24	16	360

* Указана наибольшая высота

профили) с выпусками, которые соединяют механическими средствами.

Для облегчения таких конструкций среднюю часть ригелей делают из балок с волнистой фанерной стенкой. Остальная часть и стойки имеют коробчатое сечение. Стальные арматурные стержни, служащие для передачи усилий с ригеля на стойку,





1.12. Схемы клееных фанерных рам

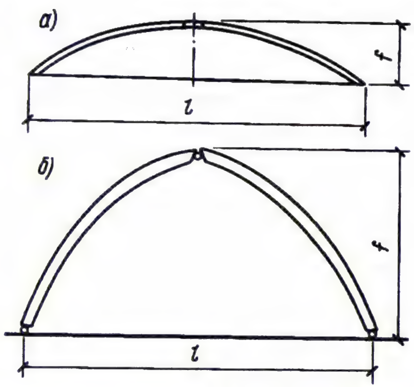
а — двутаврового сечения с монолитным карнизным узлом на гнутоклееных вставках из шпона; *б* — двутаврового коробчатого сечения со сборным карнизным узлом на вклеенных стержнях; *в* — коробчатого сечения

вклеены эпоксидным клеем в пазы наружного пояса рамных блоков.

В рамах коробчатого сечения (рис. 1.12, *в*) карнизный узел, как правило, конструируется монолитным. Рамы пролетом 9—15 м состоят из брусчатого или клееного реечного каркаса, обклеенного с боковых сторон водостойкой фанерой толщиной 6—12 мм. При наклейке фанеры в зоне карнизного узла стыки располагают возможно дальше от его середины, а волокна рубашек направляют вдоль ригеля. В коньке рамы соединяют потайным болтом, а при пролетах 15 м и более — парными накладками на болтах. В пятах рамы опираются на стальные сварные башмаки, закрепленные в бетонных фундаментных подушках. Клееные фанерные рамы применяют для покрытия складских зданий, птичников, клубов, ремонтных местерских.

1.3. АРКИ

Наиболее распространены клееные дощатые арки кругового очертания (рис. 1.13, *а*), треугольные и стрельчатые (рис. 1.13, *б*), собираемые из блоков (полуарок) прямоугольного



1.13. Схемы клееных дощатых арок

а — кругового очертания: l = 12—30 м; $f = (1/6)l$; *б* — стрельчатые: l = 30—80 м; $f = (1/2—1/3)l$

сечения. Такими арками перекрывают пролеты 12—45 м. У арок кругового очертания пролеты достигают 80—100 м. Распор большепролетных арок передается на бетонные фундаменты стальными шарнирами. У арок малых пролетов (12—18 м) распор воспринимается затяжками из круглой стали или парных уголков. Арки могут быть двух- и трехшарнирными, причем последние встречаются значительно чаще. Способ соединения арок в замке (накладки на болтах, стальной шарнир или штыри) выбирают в зависимости от стрелы подъема, угла примыкания блоков и величины распора.

Арки криволинейного очертания. Блоки арок изготовляют на горизонтальных или вертикальных ваймовых (винтовых) прессах со сменными цулагами, обеспечивающими получение элементов заданной кривизны. Толщина досок во избежание больших начальных напряжений от гнутья принимается не выше 40 мм и не более 1/300 радиуса кривизны. Доски в арках стыкуются впритык с приторцовкой, а в крайних зонах пакета на высоту 0,1 от высоты сечения — зубчатым шипом. Учитывая возможность некоторого выпрямления арок после снятия с пресса, в процессе монтажа и после нагружения, радиус кривизны изготовляемых элементов принимают несколько меньше проектного:

$$R = R_0(1 - 1/n^2),$$

где R — радиус кривизны арки при изготовлении; R_0 — то же по проекту; n — число досок в пакете.

Применение большепролетных дощатых арок затрудняется сложностью их транспортирования, а также необходимостью

1.4. Расход основных материалов на клееные деревянные арки кругового очертания и стрельчатые

Пролет/стрела подъема, м	Расчетная нагрузка, кН/м	Высота сечения*, мм	Расход		Масса, кг
			древесины, м³	клея, кг	
18/7,5	3,5	320	1,1	12	580
	5	355	1,2	13,5	635
	6	385	1,3	15	685
	7,5	420	1,41	17	745
	9	450	1,51	18	800
	10,5	430	1,62	19	850
24/10	3,5	420	1,83	22	990
	5	450	2,02	24	1070
	6	480	2,16	25	1140
	7	515	2,30	27	1210
	9	575	2,58	36	1360
	11	610	2,72	33	1440

* Ширина сечения 140 мм.

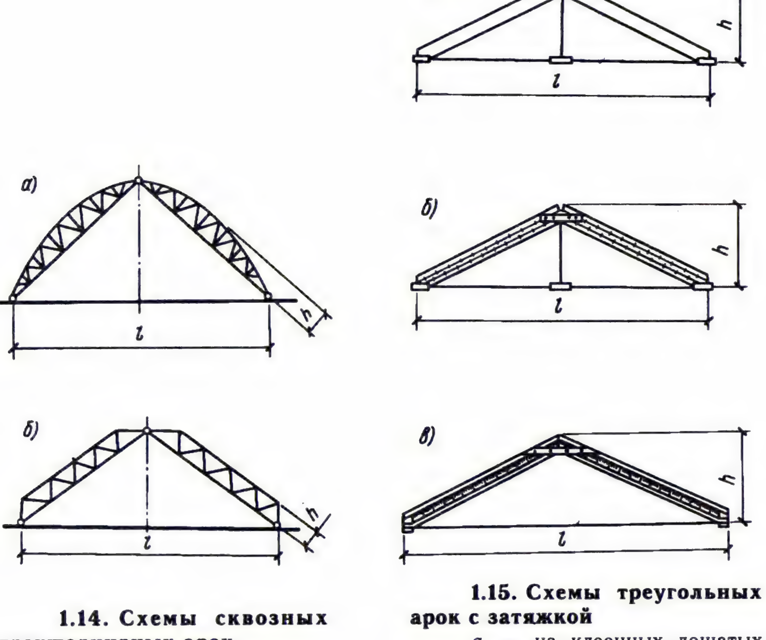
больших производственных площадей для изготовления. Эти затруднения устраняют при изготовлении арок из унифицированных клееных блоков длиной 6,5 м, жестко соединенных в промежуточных узлах. Использование блоков позволяет собирать арки с пролетом, кратным 12 м. Расход материалов на клееные дощатые арки кругового очертания и стрельчатые указан в табл. 1.4.

Клееные дощатые трехшарнирные арки применяют для покрытий складов минеральных удобрений, зернохранилищ, мастерских, гаражей, спортивных сооружений, выставочных павильонов и т.п. Высота помещений, перекрываемых арками, часто ограничивается их конструктивными решениями, особенно при передаче распора на фундаменте.

Кружальные арки. При постройке временных сооружений, а также при возведении кружал опалубки арочных мостов и сводчатых перекрытий применяют кружальные арки, собранные из косяков на гвоздях. Они состоят из двух и более слоев досок, обрезанных по шаблону и уложенных пластью в плоскости конструкций по кривой кругового очертания. Пролет кружальных арок при ширине косяков 22 см и стреле подъема 1/2—1/8 составляет 12—18 м. Кружальные арки проектируют обычно двухшарнирными, их несущая способность и жесткость

невелики из-за податливости гвоздевых соединений. Особую группу составляют арки, образованные фермами сегментного и серповидного очертания или фермами с параллельными поясами (рис. 1.14). Эти конструкции применяют в качестве кружал при постройке мостов, куполов, а также для покрытий складов, спортивных сооружений, выставочных павильонов.

Треугольные арки выполняют из клееных дощатых блоков, балок на нагельных пластинах, клееных фанерных балок. Треугольные арки из прямолинейных клееных блоков (рис. 1.15, *а*) более пригодны для индустриального изготовления, нежели арки криволинейного очертания. Передача распора на затяжку позволяет устанавливать арки на стенах, столбах, колоннах, что дает возможность использовать их в помещениях



1.14. Схемы сквозных трехшарнирных арок

а — из ферм серповидного очертания: l = 14—40 м, h = (1/15—1/25)l; *б* — из ферм с параллельными поясами l = 15—25 м; h = (1/10—1/20)l

1.15. Схемы треугольных арок с затяжкой

а — из клеенных дощатых балок: l = 12—18 м; h = (1/3)l; *б* — из составных брусчатых балок: l = 12—18 м; h = (1/3—1/4)l; *в* — из балок с волнистой фанерной стенкой: l = 12—18 м; h = (1/4—1/5)l

1.5. Расход основных материалов на клееные деревянные треугольные арки с металлической затяжкой

Пролет м	Расчетная нагрузка, кН/м	Высота сечения*, мм	Расход			Масса, кг
			древесины, м^3	стали, кг	клея, кг	
12	4,5	297	0,52	50	5,5	310
	6	330	0,57	64	6	395
	9	396	0,66	88	7,5	460
18	4,5	465	1,13	98	13	780
	6	495	1,21	147	15	875
	9	630	1,48	194	18	1080

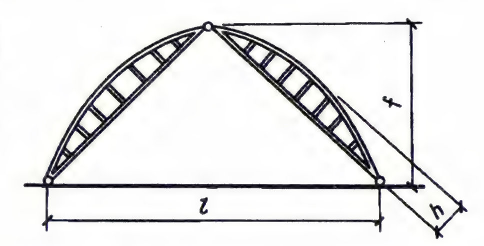
*Ширина сечения 120 мм.

любой высоты. Поскольку прямолинейные элементы арок больше изгибаются от вертикальной нагрузки, чем криволинейные, то для их частичной разгрузки создают обратный изгибающий момент путем внецентренного опирания поясов в коньковом и опорных узлах. Это позволяет уменьшить высоту сечения поясов и облегчить конструкцию.

Арки треугольного очертания имеют пролет 12 и 18 м. Блоки арок склеивают из досок толщиной 33-35 мм. В растянутой зоне элементов используют доброкачественные цельные доски, в остальных зонах допускается стыкование досок в крайних третях длины элемента. Обрезанные по шаблону блоки соединяют в замке арки деревянными накладками на болтах. Затяжки делают из арматурной стали с подвесками. Для удобства транспортирования в затяжках устраивают монтажный стык с натяжной муфтой. Расход материала приведен в табл. 1.5.

Арки треугольного очертания на нагельных пластинах пролетом до 12 м при стреле подъема 1/3—1/4 можно конструировать из балок на нагельных пластинах (рис. 1.15, *б*) Усилия в коньке и опорных узлах передаются на верхний пояс с эксцентриситетом, уменьшающим изгибающий момент от вертикальной нагрузки. В коньковом узле балки соединяют деревянными парными накладками, а в опорах — затяжкой из круглой или профильной стали.

Арки из балок с волнистой фанерной стенкой (рис. 1.15, *в*) выполняют пролетом 18 м при стреле подъема 1/4—1/5 и высоте сечения блока 450—500 мм. В коньке фанер-



1.16. Схема дощато-гвоздевой трехшарнирной арки кругового очертания

l = 20—40 м; f = (1/2—1/4)l; h = (1/15—1/20)l

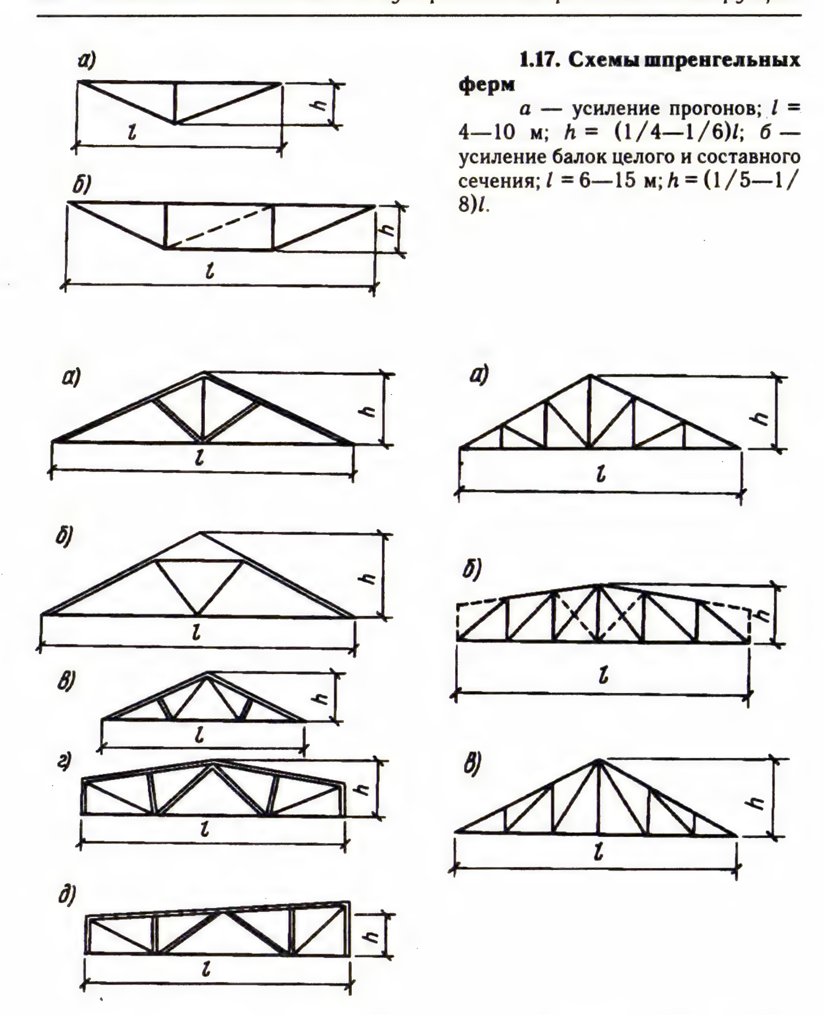
ные блоки соединяют бобышкой и парными накладками на болтах. Затяжку выполняют из круглой стали с защитным покрытием. Конструкции предназначены для покрытий животноводческих зданий и чердачных покрытий малоэтажных жилых домов.

Арки из элементов двутаврового сечения. Наиболее известный пример таких конструкций — дощато-гвоздевые арки (рис. 1.16). Криволинейные пояса в них выполняют из брусков, сбитых гвоздями, стенку — из перекрестно сколоченных досок. Распор арки воспринимается стальной затяжкой или передается на фундамент. Пролет арок 20—40 м, стрела подъема 1/2—1/4, отношение высоты сечения к пролету 1/15—1/20. Аналогичные конструкции делают из клееных фанерных балок сегментного или трапециевидного очертания. В этих конструкциях возможно появление сжимающих усилий в нижнем поясе. Поэтому, помимо обычного крепления прогонами верхнего пояса, к нижнему поясу крепят связи, располагаемые в плоскости ребер жесткости, а также подвешивают дополнительные доски, увеличивающие жесткость пояса.

1.4. ФЕРМЫ

По конструкции фермы можно разделить на несколько групп: простейшие шпренгельные фермы пролетом 4—15 м, монтируемые с целью усиления балок и прогонов (рис. 1.17); металлодеревянные фермы с поясами из составных балок или клееных блоков (рис. 1.18) для пролетов 12—24 м; фермы из бревен или брусьев на врубках (рис. 1.19) — конструкции построечного изготовления.

В заводских условиях изготовляют фермы из досок, брусьев, клееных элементов с деревянным или металлическим нижним поясом с деревянными и металлическими элементами



1.17. Схемы шпренгельных ферм

а — усиление прогонов; l = 4—10 м; h = (1/4—1/6)l; *б* — усиление балок целого и составного сечения; l = 6—15 м; h = (1/5—1/8)l.

1.18. Схемы металлодеревянных ферм

а, *б*, *в* — треугольные с деревянной металлической решеткой: l = 12—18 м; h = (1/4—1/6)l; *г*, *д* — пятиугольная и трапециевидная с верхним поясом из клееных блоков или составных балок и нижним металлическим поясом: l = 12—24 м; h = (1/6—1/7)l

1.19. Схемы ферм из бревен и брусьев на врубках и шайбах

а — треугольного очертания на врубках с тяжами из круглой стали: l = 12—18 м, h = (1/4—1/5)l; *б* — многоугольная на врубках: l = 12—24, h = (1/6)l; *в* — треугольная на шпонках и шайбах: l = 18—24 м, h = (1/4—1/5)l

1.6. Расход основных материалов на треугольные фермы с клееным верхним и металлическим нижним поясами

Пролет, м	Расчетная нагрузка, кН/м	Размеры сечения верхнего пояса, мм		Расход			Масса, кг
		ширина	высота	древесины, м³	стали, кг	клея, кг	
12	4,5	120	165	0,4	115	3	320
	6	120	200	0,45	130	3,5	360
	9	120	270	0,55	160	5	435
18	4,5	140	165	0,7	175	6,5	450
	6	140	230	0,85	200	8	600
	9	140	365	1,2	250	10	900

решетки. Для сопряжения элементов ферм служат шайбы, шпонки, гвозди, болты, зубчатые и нагельные пластины.

Различают фермы треугольные, прямоугольные (с параллельными поясами), пятиугольные двускатные, трапециевидные односкатные, сегментные (верхний пояс очерчен по дуге окружности) и многоугольные (верхний пояс — ломаный, вписывающийся в дугу окружности). По типу решетки различают фермы с раскосной решеткой (с постоянным восходящим или нисходящим направлением раскосов) и с треугольной (с переменным направлением раскосов). Деревянные или комбинированные (с металлическим нижним поясом) фермы изготовляют в заводских условиях, а их монтаж и, если необходимо, укрупнительную сборку производят на строительной площадке.

Комбинированные металлодеревянные фермы. Верхний пояс таких ферм изготовляют из древесины (досок, брусьев, клееных пакетов), а нижний пояс — из металла (табл. 1.6). Для решетки (преимущественно для тяжей и подвесок) также применяют металл. Комбинированные фермы имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с обычными деревянными, поскольку в них удачно совмещается работа древесины на сжатие и стали на растяжение. Существенно облегчается также устройство стыков и узлов.

Металлодеревянными фермами можно перекрывать пролеты до 24 м. Треугольные фермы из брусьев применяют для перекрытия малых пролетов (4—12 м). При составном верхнем поясе пролет может быть увеличен до 18 м. Фермы из бревен отличаются относительной простотой изготовления, хотя и имеют большую массу. Для их изготовления можно применять

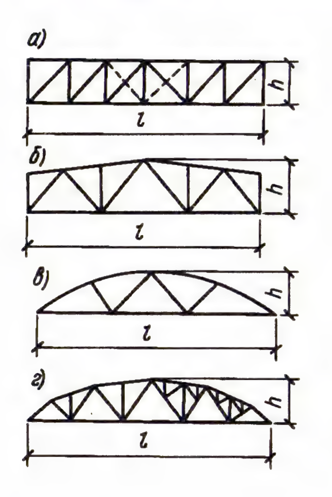
бревна со сбегом, укладывая их комлевыми концами в сторону увеличения поясных усилий.

Для перекрытия пролетов 12—24 м применяют сегментные фермы на гвоздях. Они имеют меньшую массу, поэтому для изготовления верхних поясов можно использовать древесину относительно невысокого качества. Проектируют многоугольные фермы с узловыми сопряжениями на болтах, с верхним поясом из брусьев. Для нижних растянутых поясов многоугольных ферм используют профильную или круглую сталь.

Фермы заводского изготовления с клееным верхним поясом прямоугольного или кругового очертания характеризуются значительными размерами элементов решетки, небольшим числом узлов и простотой их решения.

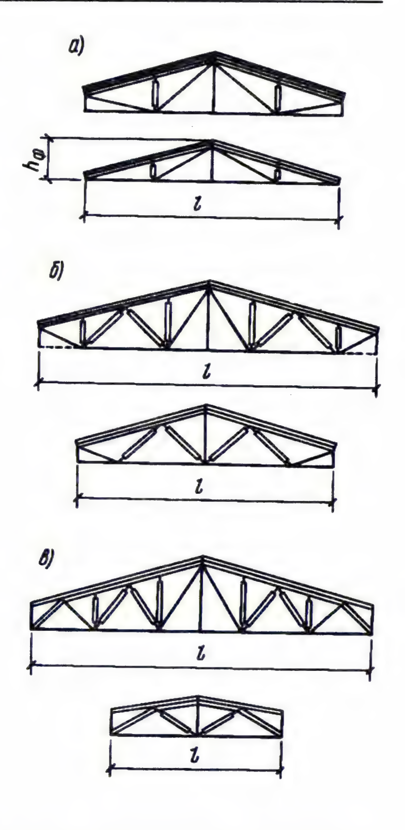
Металлодеревянные фермы с прямоугольным клееным верхним поясом (рис. 1.20, *а*, *б*) собирают из однотипных клееных блоков и унифицированных элементов решетки. Особенностью их, как и треугольных ферм, является погашение изгибающих моментов от внеузловой нагрузки путем создания эксцентриситета в местах сопряжения блоков. Фермы могут иметь пролет 12, 15, 18, 21, 24 м. Они удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к индустриальным конструкциям.

Металлодеревянные сегментные фермы с клееным верхним поясом (рис. 1.20, *в*) собирают из криволинейных унифицированных клееных блоков, деревянных элементов решетки и металлического нижнего пояса. Благодаря круговому очерта-



1.20. Схемы металлодеревянных ферм с верхним поясом из клееных блоков

а — с параллельными поясами: l = 12—18 м, $h = (1/6)l$; *б* — пятиугольная, двускатная: l = 12—24 м, $h = (1/6—1/7)l$; *в* — сегментная из клееных блоков: l = 12—24 м, $h = (1/6—1/7)l$; *г* — многоугольная из клееных блоков: l = 18—24 м, $h = (1/6)l$



1.21. Схемы стропильных ферм с верхними поясами из составных стержней на нагельных пластинах

а — с однопролетным решением верхних поясов (l = 12—18 м; $h_ф$ = (1/6)l; *б* — с многопролетным решением поясов (l = 18—24 м); *в* — с многопролетными поясами при переменном числе элементов, составляющих стержни в разных пролетах (l = 12—24 м)

нию верхнего пояса усилия в нем распределяются равномерно, изгибающие моменты от внеузловой нагрузки значительно снижены, а нагрузка на элементы решетки минимальна. Кроме того, существенно упрощена конструкция узлов. Металлодеревянные сегментные фермы пролетом 12, 15, 18 и 24 м устанавливают в однопролетных промышленных зданиях.

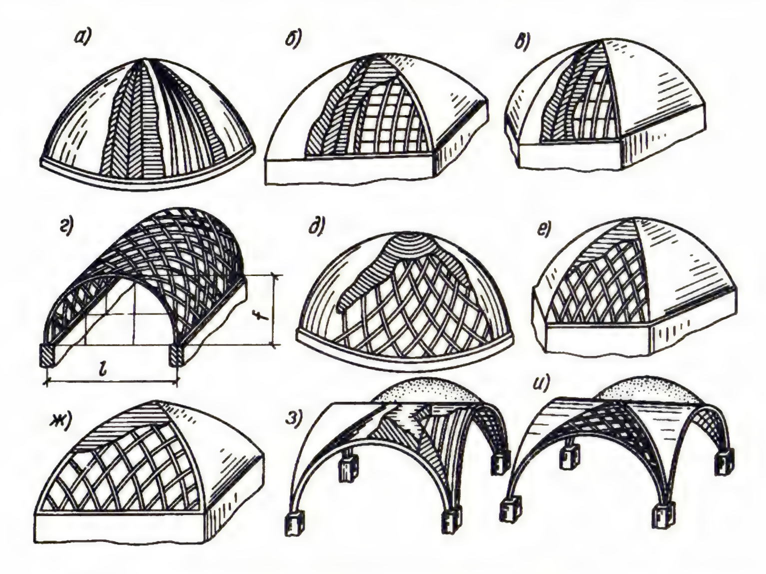
Фермы многоугольного очертания (рис. 1.20, *г*) изготовляют из клееных блоков с металлическими элементами решетки или из фанерных труб. Элементы решетки этих ферм соединяют в узлах при помощи конических шайб или клееных вкладышей из древесно-слоистого пластика.

Значительную группу представляют стропильные фермы с верхним поясом из составных стержней на нагельных пластинах (рис. 1.21).

1.5. ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Среди пространственных конструкций наиболее распространены цилиндрические своды и оболочки, сферические купола, крестовые и сомкнутые своды (рис. 1.22). Распорные цилиндрические конструкции опираются на продольные стены или по контуру, а безраспорные — на торцевые стены, столбы и диафрагмы. Крестовые своды опираются преимущественно на колонны, а сомкнутые своды (квадратные или шестиугольные в плане) — по периметру. Технические характеристики пространственных покрытий приведены в табл. 1.7.

Своды и купола подразделяются на сплошные тонкостенные, образуемые слоями досок или фанеры, ребристые, опирающиеся на арки, и кружально-сетчатые, собираемые из стандар-



1.22. Основные схемы пространственных деревянных конструкций в покрытиях

а — сферический купол-оболочка; *б* — сомкнутый свод-оболочка квадратный в плане; *в* — сомкнутый свод-оболочка многоугольный в плане; *г* — кружально-сетчатый цилиндрический свод; *д* — кружально-сетчатый сферический купол; *е* — кружально-сетчатый сомкнутый свод многоугольный в плане; *ж* — кружально-сетчатый сомкнутый свод квадратный в плане; *з* — тонкостенный крестовый свод; *и* — кружально-сетчатый крестовый свод

1.7. Пространственные покрытия

Вид покрытия	Пролет или диаметр купола, м	Стрела подъема в долях пролета или диаметра	Толщина покрытия в долях пролета	Коэффициент собственной массы $K_{с.м}$, %	Коэффициент расхода металла $K_{м}$, %
Своды-оболочки:					
тонкостенные	20–40	1/5–1/6	–	10–15	4–5
ребристые	20–100	1/6–1/8	–	6–15	5–8
Купола,оболочки:					
тонкостенные сферические	10–35	1/2–1/6	1/200–1/250	10–15	3–6
ребристые сферические	35–70	1/2–1/6	1/50–1/6	10–15	4–6
сомкнутые тонкостенные и ребристые	20–40	1/2–1/6	1/40–1/60	10–15	4–6
Своды:					
кружально-сетчатые цилиндрические	20–80	1/7	1/100	13–15	3–5
кружально-сетчатые сомкнутые	15–50	1/2–1/6	1/150	8–12	3–5
крестовые	20–40	1/5–1/6	–	12–15	3–5
Кружально-сетчатые сферические купола	15–40	1/2–1/6	1/150	8–12	3–5

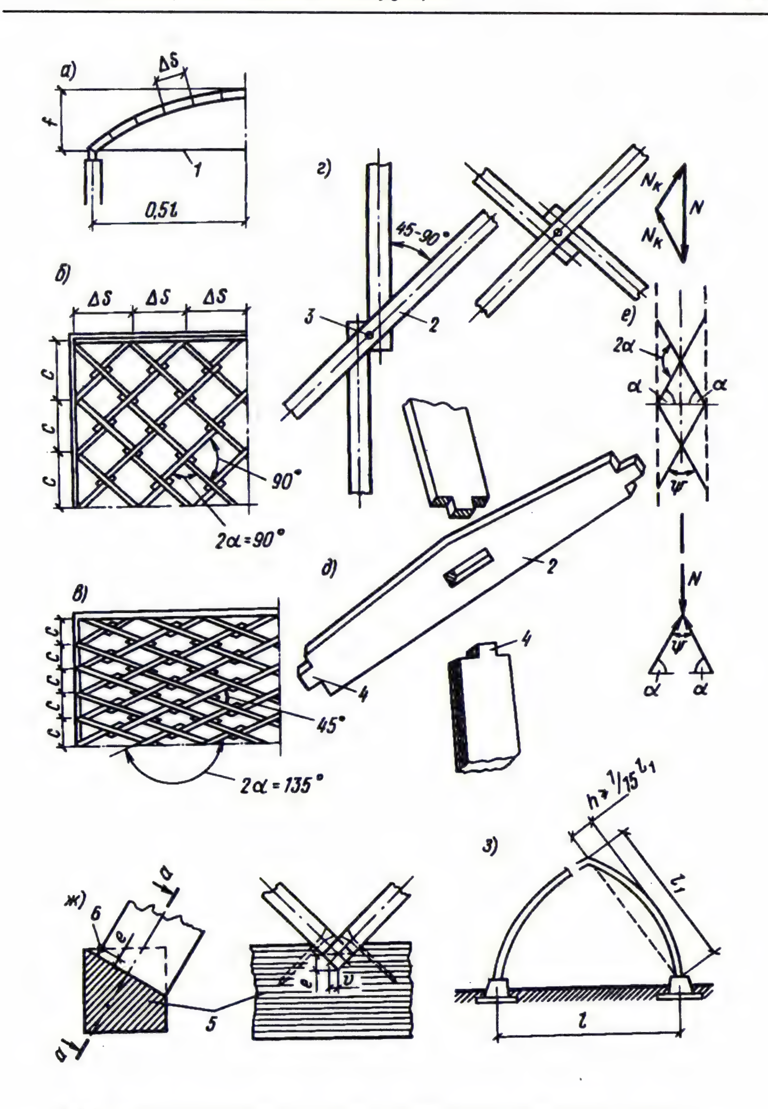
тных косяков. Применение косяков и других сборных элементов позволяет в большей степени индустриализовать изготовление пространственных конструкций.

Особую группу составляют купола, образуемые пересечением в замке трехшарнирных арок и рам, опирающихся непосредственно на фундаменты или стены. Такие конструкции, по форме пространственные, рассчитывают как плоские. Возводятся конструкции пространственных покрытий двоякой кривизны с поверхностью параболоида, эллипсоида, гиперболоида, гиперболического параболоида. Создание таких конструкций стало возможным благодаря усовершенствованным способам склеивания древесины.

Безраспорный цилиндрический свод, опирающийся на торцевые стены, работает как балка корытообразного сечения. Чтобы обеспечивать неизменяемость расстояния между продольными растянутыми кромками, их закрепляют от горизонтальных смещений специальными фермами или делают ребра жесткости, устанавливая их с шагом 2—6 м. Собственно свод состоит из трех дощатых настилов — одного продольного и двух косых; доски в них скреплены гвоздями и болтами. Недостатки такой конструкции — податливость соединений и значительная деформируемость перекрытий. Более жесткое покрытие образуется при склеивании досок настила. Тонкостенные цилиндрические своды применяют при строительстве складов, ангаров, выставочных и спортивных сооружений.

Кружально-сетчатый цилиндрический свод (рис. 1.23, *а*) образуется из стандартных косяков, устанавливаемых по двум взаимно пересекающимся ломаным линиям (рис. 1.23, *б*, *в*). Косяки соединяются между собой на врубках или при помощи болтов (рис. 1.23, *г*, *д*). Чем шире косяки, тем больший пролет можно перекрыть кружально-сетчатым сводом. В связи с ограниченной шириной целых досок косяки для большепролетных сводов делают клееными или из фанерных щитов. Таким образом могут быть получены своды пролетом до 80 м.

Двойной кружально-сетчатый свод, образуемый двумя концентрически расположенными сводами, соединенными раскосной решеткой на болтах, позволяет получать жесткие большепролетные покрытия из косяков цельного сечения. Сетка обоих сводов прямоугольная. Раскосы решетки располагаются вдоль винтовых линий свода. Особенность конструкции состоит в том, что косяки, работающие только на сжатие, могут иметь неболь-



1.23. Конструктивные схемы кружально-сетчатого свода

а — свод кругового очертания; *б* — прямоугольная разбивка; *в* — ромбическая разбивка; *г* — промежуточный узел; *д* — шиповое соединение; *е* — расчетная схема; *ж* — опорный узел; *з* — стрельчатое очертание свода; *1* — стальная затяжка; *2* — косяк; *3* — центр узла; *4* — шип; *5* — настенный брус; *6* — центр опорного узла

шое сечение. Это предотвращает их раскалывание и облегчает подбор пиломатериалов для конструкции. Стрела подъема свода обычно небольшая: 1/7—1/8 пролета. Поперечный распор воспринимается одной или двумя затяжками. Наличие продольного распора не позволяет опирать двойной свод на торцевые стены. Сетку свода в торцах рекомендуется замыкать арками кружального типа.

Крестовые и сомкнутые своды, образуемые пересечением цилиндрических сводов равных пролетов и с одной стрелой подъема, используют в покрытиях зданий, квадратных или многоугольных в плане. Сомкнутые своды применяют, кроме того, для оформления торцов зданий, перекрытых цилиндрическими сводами. При большом числе сторон многоугольного здания сомкнутый свод приближается к сферическому куполу. Благодаря небольшой массе кружально-сетчатых систем сооружаемые из них своды можно собирать на земле, а затем поднимать и устанавливать на опоры.

Тонкостенные купола образуются дощатыми двойными (кольцеобразным и косым) или тройными (двумя кольцеобразными и одним косым) настилами, опирающимися на меридиональные арки прямоугольного сечения, скленные или сколоченные из досок. Доски настила толщиной 1,9—2,5 см прибивают к аркам и скрепляют между собой гвоздями. В каждом пролете между меридиональными арками косой настил, укладываемый под углом 45°, меняет свое направление. Доски кольцеобразного настила перекрывают стыки предыдущего слоя на половине своей длины и ширины.

Меридиональные арки упираются верхними концами в деревянно-кружальное кольцо, а нижними — в железобетонное и стальное опорное кольцо, прочно скрепленное со стенами или фундаментами. В ребристых куполах меридиональные арки чередуются с ребрами жесткости, максимальная высота сечения которых равна 1/50—1/70 диаметра купола. Высота сечения меридиональных арок составляет 1/200—1/250 диаметра. Устойчивость ребер обеспечивается установкой поперечных связей, являющихся также вспомогательными элементами при монтаже. Шаг ребер жесткости, измеряемый по периметру основания, составляет 3—6 м, а меридиональных арок — 0,8—1,5 м. Ребристые купола монтируют с башни, устанавливаемой в центре покрытия (рис. 1.24). На башне укладывают кружальные кольца, затем поднимают и крепят ребра жесткости. Далее,



1.24. Схема сборки тонкостенного ребристого купола
1 — башня; *2* — арка-ребро; *3* — подъемник; *4* — леса

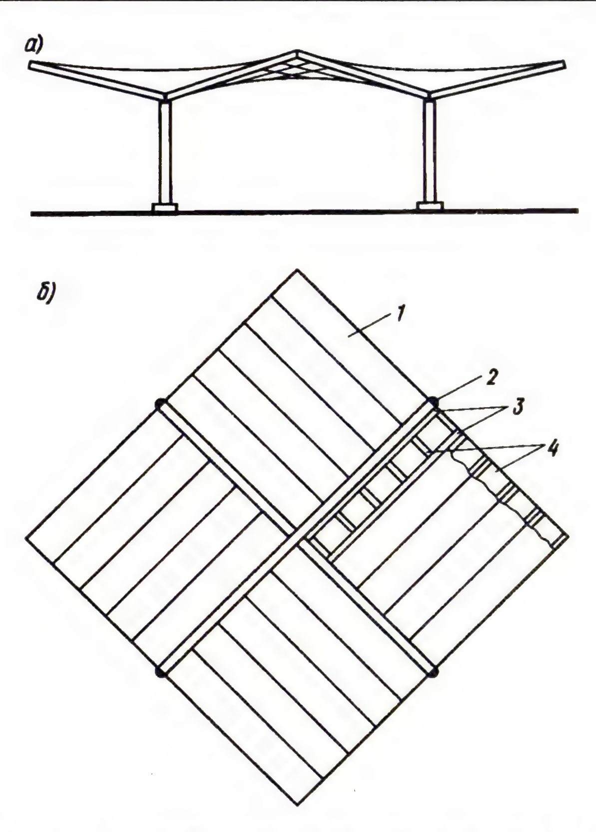
пользуясь ребрами, укладывают настил. Тонкостенные купола собирают при помощи сплошных лесов.

Купола кружально-сетчатой конструкции собирают по ромбической сетке из косяков с постепенно уменьшающимися размерами. Если менять угол сетки в каждом ярусе, то можно пользоваться косяками одинакового размера. Сферические купола кружально-сетчатой конструкции сложны в изготовлении, поэтому более предпочтительны сомкнутые многогранные купола той же системы.

Сетчатые купола сферической формы могут быть, кроме того, образованы арками кругового очертания, пересекающимися под углом 60°. Арки крепятся в узлах стальными фасонками и накладками на болтах. По другому способу сферические сетчатые купола собирают из колец, соединенных промежуточными криволинейными вставками, образующими в плане треугольники.

Купола радиальной системы состоят из пересекающихся в вершине трехшарнирных сплошных или сквозных арок, прогонов и дощатого настила, укладываемого под углом 45° к прогонам. Верхние концы арок опираются на сжатое кружальное кольцо, а нижние — на мощное опорное кольцо из железобетона. Шаг арок, измеряемый по опорному кольцу, не должен превышать 6 м. Устойчивость нижних поясов арок обеспечивается поперечными связями.

Пространственные оболочки из фанеры, обладая малой массой, достаточно прочны. Среди них определенные преимущества имеют гиперболические оболочки: прямолинейная образующая, простой отвод воды, высокое сопротивление выпучиванию. Гиперболические оболочки выполняют двумя способами. Первый заключается в применении скрученных фанерных элементов одного типоразмера длиной, равной пролету оболочки (рис. 1.25). Фанерный элемент состоит из деревянного



1.25. Схема гиперболической оболочки, собранной из клееных фанерных элементов

а — общий вид; *б* — план; *1* — фанерный элемент; *2* — опора; *3* — продольное ребро; *4* — поперечные ребра

каркаса, обклеенного с одной стороны водостойкой фанерой. При заданном угле подъема оболочки ребра каркаса выступают из его плоскости на размер шага. В связи с этим верхние кромки ребер, к которым приклеивают фанеру, строгают со скосом. Ребра смежных панелей соединяют монолитно на клею, прижимая болтами, либо при помощи фанерных накладок на клею. По двум сторонам оболочки вдоль торцов панелей устанавливают бортовые элементы (доски).

При втором способе оболочку собирают из параболических панелей, располагаемых перпендикулярно выпуклой параболе;

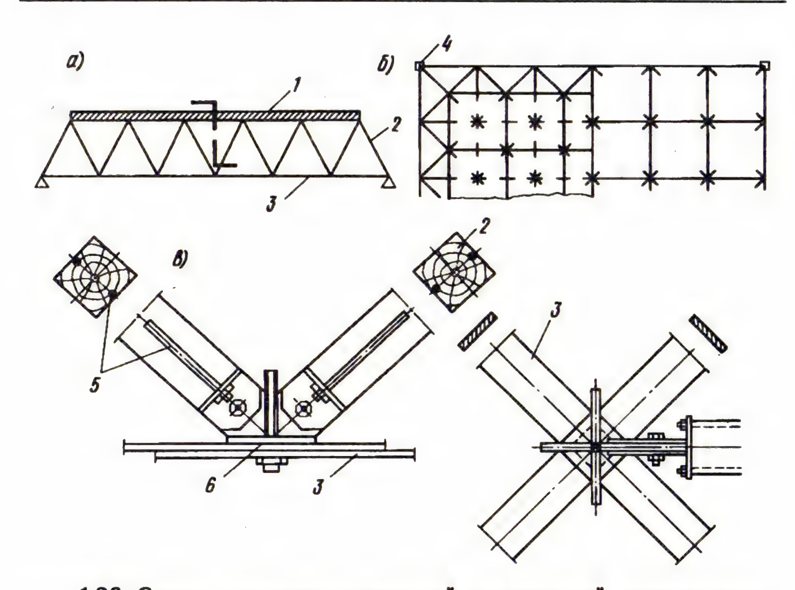
причем панели располагают на одной половине пролета вдоль, а на другой — поперек. При этом стыки элементов находятся под действием сжимающих усилий. Сборку панелей осуществляют на матрице.

Фанерные конструкции — емкости (элементы сборных зернохранилищ и силосов для минеральных удобрений) представляют собой кольца диаметром 3—4 м или квадратные призмы со стороной 3—4 м с манжетами для болтовых соединений. Кольца собирают в цилиндрическую башню высотой до 4—5 м или коробчатую фанерную призму. Стенки квадратных элементов представляют собой ребристые панели с обшивками из водостойкой фанеры толщиной 10 мм, приклеенной к продольным ребрам 15,4x7,6 см фенолформальдегидным клеем. Для образования пространственной конструкции панели соединяют в узлах стальными штырями, закрепленными в ребрах под углом 45° эпоксидно-цементным клеем.

Цилиндрические и стрельчатые своды коробчатого сечения. Элемент свода представляет собой трехслойную панель с криволинейными клееными продольными ребрами высотой до 100 мм, к которым с обеих сторон приклеивается водостойкая фанера толщиной 5—6 мм. Для обеспечения устойчивости сжатых верхних листов фанеры между продольными ребрами ставят фанерные диафрагмы. В ячейки между ребрами и диафрагмами укладывают блоки пенопласта. Нижние торцы панелей опирают на фундамент, верхние соединяют в коньке встык при помощи накладок. Масса одной панели шириной 1,5 м при пролете здания 14 м составляет 200 кг.

Деревометаллические структуры представляют собой решетчатые системы из брусьев, стальных полос и клееных фанерных плит (рис. 1.26). Роль верхних поясов в конструкциях выполняют контурные ребра плит, работающих на восприятие продольных сил и изгибающих моментов от поперечной нагрузки. Размер плит 3x3 м принят одинаковым для всей конструкции, что обеспечивает их взаимозаменяемость.

Нижние пояса конструкции выполняют из полосовой стали. Деревянные раскосы крепят к фасонкам сварных башмаков на болтах. Для восприятия растягивающих усилий в раскосы вклеены арматурные стержни. При размерах в плане 18x18 м масса конструкции составляет 12 т, что позволяет монтировать ее в собранном виде. Расход древесины на 1 м^2 перекрываемой площади 0,04 м^3, фанеры — 0,013 м^3, стали 7—10 кг.



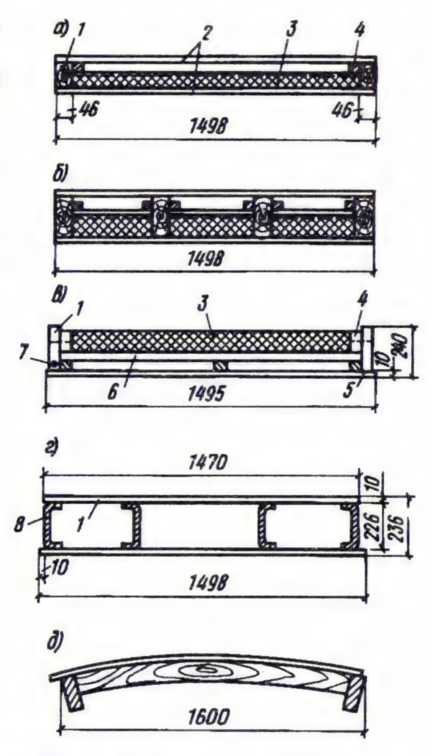
1.26. Схема деревометаллической структурной конструкции с восходящими раскосами (*а*), ее план (*б*) и узловые соединения (*в*)

1 — клееные фанерные плиты; *2* — деревянные раскосы; *3* — стальные полосы нижнего пояса; *4* — опоры; *5* — вклеенные стержни; *6* — сварной башмак с фасонками

1.6. ПАНЕЛИ ПЕРЕКРЫТИЙ И СТЕН

Панельные деревянные конструкции обычно состоят из дощатого каркаса, тонколистовой обшивки из фанеры, древесностружечных и древесно-волокнистых плит, асбестоцемента, алюминия, стеклопластиков. Утеплителем служат минеральная вата, стеклянное волокно или пенопласты. При конструировании панелей учитывают их назначение (покрытия или стены), характер работы (навесные или несущие панели), технологию изготовления (склеивание или применение гвоздей и шурупов), вид утеплителя (заливочный пенопласт или плиты) и многие другие факторы.

Клееные фанерные панели с деревянным каркасом и минераловатным утеплителем относятся к наиболее легким покрытиям (масса 1 м^2 40—50 кг). Каркас панелей — из



1.27. Схема фанерных панелей

а — для покрытий; *б* — для стен; *в* — армированная; *г* — с ребрами из фанерных профилей; *д* — цилиндрического очертания; *1* — ребро каркаса; *2* — фанерные обшивки; *3* — утеплитель; *4* — прижимные планки; *5* — планка; *6* — поперечный брусок; *7* — арматура; *8* — фанерный швеллер

антисептированных досок толщиной 46 мм, а обшивки — из водостойкой фанеры ФСФ толщиной 10 мм (рис. 1.27, *а*, *б*). Фанеру приклеивают к каркасу фенолформальдегидным клеем; волокна рубашек фанеры при этом должны быть направлены вдоль панели. Расстояние между продольными ребрами каркаса должно быть не более 500 мм во избежание продавливания обшивки под действием местной сосредоточенной нагрузки. Расстояние между поперечными ребрами принимают в пределах 1500 мм. Листы фанеры в обшивках стыкуют «на ус» при длине скоса уса не менее 8 толщин листа. Высота сечения зависит от снеговой, ветровой и других нагрузок и должна быть не менее 1/35 пролета.

Утеплитель во избежание смещения при транспортировании и монтаже закрепляют планками сечением 25х25 мм. Над утеплителем оставляют вентилируемую воздушную прослойку. Под утеплителем укладывают слой пароизоляции, состоящей из

полиэтиленовой или поливинилхлоридной пленки толщиной 0,2— 0,3 мм, битумно-резиновой мастики, синтетических красок. Для защиты от увлажнения панели временно покрывают одним слоем рубероида. Для монтажа и крепления панелей к несущим конструкциям покрытий предусмотрены металлические закладные детали, защищенные от коррозии.

Армированные панели. Из-за относительно малой высоты сечения (1/25—1/30) фанерные панели значительно деформируются под нагрузкой. Для устранения этого недостатка панели армируют стальной арматурой, вклеиваемой в пазы, выбранные в кромках ребер (рис. 1.27, *в*). В растянутую зону помещают предварительно напряженную арматуру периодического профиля класса А-III диаметром 10 мм, а в сжатую — гладкую арматуру класса А-I диаметром 8 мм. Для крепления арматуры используют эпоксидно-цементный клей ЭПЦ-1. Панели с предварительным напряженным армированием имеют обратный прогиб, обеспечивающий стабильную работу покрытий под длительной нагрузкой. Процент армирования ребер каркаса 1—1,2. Армированные панели изготовляют в заводских условиях на специальном стенде. Сборку и запрессовку панелей, включая натяжение арматуры, осуществляют в один прием.

Другой вид армированных конструкций — панель покрытия размером 1,5х6 м, обшитая древесно-стружечными плитами. Несущими элементами служат армированные ребра из досок сечением 174х45 мм, в продольные пазы которых вклеены на эпоксидном клее стальные стержни периодического профиля диаметром 16 мм. Масса такой панели в пять раз меньше железобетонной плиты такой же несущей способности. Кроме того, армирование устраняет влияние таких пороков древесины как сучки, трещины.

Клееные панели с ребрами из фанерных профилей (рис. 1.27, *г*). Фанерные профили толщиной до 10 мм изготовляют методом прессования из шпона, модифицированного аммиаком. Они имеют длину до 6 м и сечение швеллерного типа. Обшивки из водостойкой фанеры толщиной 10 мм приклеивают к полкам ребер фенолформальдегидным или эпоксидно-цементным клеем. До склеивания фанерные элементы обрабатывают антисептиками. В торцах панели имеют опорные вкладыши из древесины, приклеенные к стенкам швеллеров на длине 8—10 см. Листы фанеры в обшивках стыкуют «на ус».

Панели с ребрами из фанерных профилей имеют размеры

1,5х6х0,236 м, рассчитаны на нагрузку 1 кН и предназначены для покрытий отапливаемых производственных и складских зданий под рулонную кровлю. По сравнению с панелями на деревянном каркасе они на 20—22% легче, а расход древесины на 30% меньше.

Асбестоцементные панели на деревянном каркасе имеют размеры 3х1,5 м и толщину 152—232 мм. Каркас выполняют из досок толщиной 40—50 мм. Обшивки из плоских асбестоцементных листов прикрепляют к каркасу оцинкованными шурупами. При этом диаметр отверстий под шурупы в обшивках должен превышать диаметр шурупов на 1,5—3,5 мм. Утеплителем служат минераловатные плиты на синтетической связке. Между внутренней обшивкой и утеплителем предусмотрен пароизоляционный слой из полиэтиленовой пленки или рубероида. Со стороны помещения асбестоцементные листы присоединяют непосредственно к каркасу, а с наружной стороны — через бруски, прибиваемые к вертикальным ребрам. Вследствие этого в панелях образуется воздушное пространство для вентиляции. Все детали деревянных каркасов перед сборкой антисептируют кремнефтористым аммонием, фтористым натрием или хроматом меди. В необходимых случаях панели окрашивают водо- и атмосферостойкими красками. Масса 1 м^2 стеновых панелей на деревянном каркасе составляет в среднем 70 кг. Асбестоцементные панели применяют для сельскохозяйственных производственных зданий.

Дощато-асбестоцементные панели размером 1,5х3 м применяют для покрытий животноводческих и птицеводческих зданий. Они состоят из четырех продольных ребер сечением 130х40 мм и торцовой обшивки из досок сечением 10х16 мм. Нижняя обшивка выполнена из строганых досок с небольшим выпуском за крайние ребра. Предварительно на обшивку укладывают пароизоляционный слой толя с выпуском за края панели на 25 см. Утеплителем служат минераловатные плиты толщиной 10 см на синтетической связке плотностью 150 кг/м^3. На строительную площадку панели доставляют без верхней обшивки, а для придания конструкции необходимой жесткости и устойчивости во время транспортирования и монтажа устанавливают дополнительные поперечные ребра. Верхней обшивкой служат листы волнистого асбестоцемента, прибиваемые к продольным ребрам после укладки панелей. Вентилируется кровля через волны листов.

В жилищном строительстве применяют легкие навесные асбестоцементные панели с деревянным каркасом и минераловатным утеплителем на синтетической связке. Каркас изготовляют из цельных или клееных строганых брусков древесины хвойных пород. Элементы каркаса соединяют с помощью клея холодного отверждения и закрепляют шурупами. Наружные плоские листы асбестоцемента крепят к каркасу алюминиевыми раскладками на шурупах, а внутренние — только потайными шурупами. Такое крепление позволяет устранить основной недостаток работы асбестоцемента в крупноразмерных конструкциях — образование напряжений от усадки и коробления, которые при жестком (клеевом) креплении могут привести к появлению трещин. Панели доставляют на строительную площадку готовыми с оконными и дверными блоками.

Для сельского строительства предложены асбестоцементные плиты покрытий типа АКД. Каркас плиты АКД состоит из трех деревянных брусков сечением от 130x40 до 180x40 мм, связанных по торцам поперечными деревянными диафрагмами сечением 100x20 мм. Снизу к каркасу шурупами крепят плоский асбестоцементный лист размером 2980x1450x10 мм. Между брусками укладывают утеплитель, например полужесткую минераловатную плиту плотностью 80—100 кг/м^3. В качестве пароизоляции применяют полиэтиленовую пленку, которая покрывает внутреннюю поверхность листа. Такую же пленку натягивают на каркас. В таком виде плиту доставляют на стройку. После установки ее в покрытие верхнюю пленку снимают, а на бруски каркаса укладывают крупноразмерный волнистый лист СВ или УВ.

Трехслойные панели стен и покрытий выполняют с обшивками из алюминия и водостойкой фанеры и утеплителем из полистирольного пенопласта. Панели имеют деревянный каркас, собранный на клею из антисептированных досок сечением 40x160 мм. С одной стороны каркас обклеивают листами водостойкой фанеры толщиной 8 мм и дополнительно прибивают гвоздями. В ячейки каркаса вкладывают и закрепляют на клею блоки пенопласта толщиной 60 мм, плотностью 30 кг/м^3. При сборке применяют фенол- или резорциноформальдегидный клей холодного отверждения. Заключительная операция — обшивка панели алюминиевыми листами толщиной 1 мм с помощью оцинкованных гвоздей. Расход материалов на панели с различными обшивками указан в табл. 1.8.

1.8. Расход основных материалов на панели покрытий и стен

Конструкция панелей	Размер панелей, м	Расход				Масса панели, кг
		пиломатериалов, $м^3$	водостойкой фанеры, $м^2$	утеплителя, $м^3$	клея, кг	
Панели покрытий:						
фанерные с деревянными ребрами под рулонную кровлю	3x1,5; 6x1,5	0,08; 0,33	9,7; 19,5	0,3; 0,6	–	217; 370–380
то же, под асбестоцементную кровлю	3x1,5	0,08–0,12	4,6	0,3	–	90–50
клееные фанерные со средним слоем из пенопласта	3x1,5; 6x1,5	0,1; 0,15	9; 18	0,3; 0,7	2,4; 4,8	80–120; 180
Панели стен:						
клееные с обшивками из водостойкой фанеры	2,98x3,2	0,13	11,6	0,5	2,7	145–250
с наружной обшивкой из волнистых асбестоцементных листов и с внутренней – из древесно-волокнистых плит*	3x1,5	0,2	–	0,24	2,5	190–220

* Расход древесно-волокнистых плит на внутреннюю обшивку – 4,6 $м^2$.

Для стен малоэтажных жилых зданий рекомендуют клееные фанерные панели высотой 3 м и шириной 1,5 — 10,5 м с модульной покомнатной и поквартирной разрезкой. Максимальная масса панелей около 2 т, минимальная — 1 т. Наряду с фанерой для обшивки применяют древесно-стружечные и древесно-волокнистые плиты, окрашенные водо- и атмосферостойкими красками. В качестве утеплителя используют пенополистирол или заливочный фенолформальдегидный пенопласт. Благодаря применению пенопластов масса 1 м^2 ограждения уменьшается до 25—30 кг.

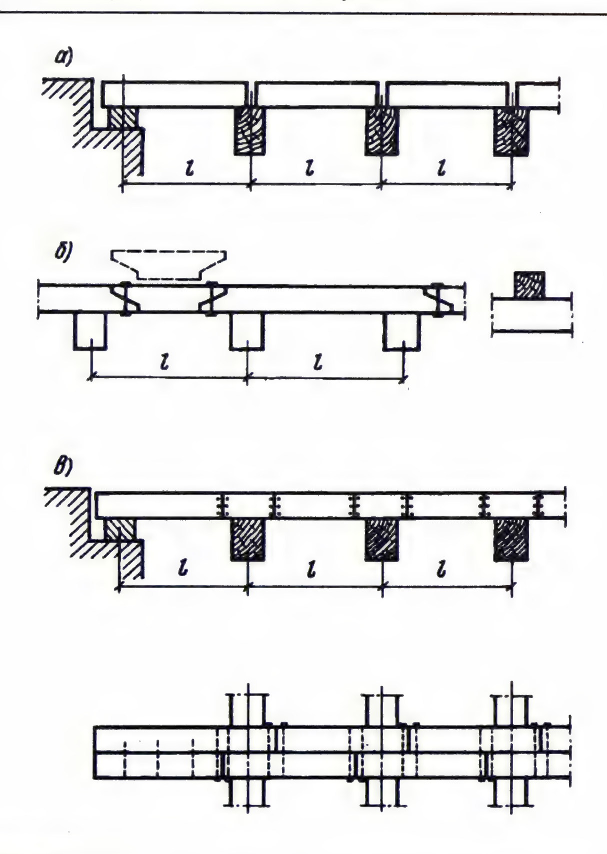
Панели с обшивками из цементно-стружечных, гипсостружечных и других плит на минеральных связках выполняют пролетом 4—6 м для покрытий складских помещений, мастерских, жилых и производственных сельскохозяйственных зданий. Панели обладают высокой огнестойкостью, достаточным звукопоглощением и теплозащитными свойствами. Панели стен с утеплителем из пенопласта имеют высоту до 3 м, ширину 1,2—1,5 м, толщину 12—15 см и предназначаются для строительства малоэтажных домов.

Светопрозрачные ребристые панели для кровель промышленных зданий и некоторых пространственных конструкций изготовляют из плоского стеклопластика на деревянном или фанерном профилированном каркасе (рис. 1.27, *г*). Каркас состоит из антисептированных продольных ребер, расставленных с шагом 40—50 см, и поперечных брусков того же сечения, установленных поперек в шахматном порядке с шагом 50 см. Листы плоского стеклопластика приклеивают к каркасу с обеих сторон полиэфирным или эпоксидным клеем. Такие панели имеют длину до 6 м, ширину 1,2 м и толщину 70 мм.

1.7. КОНСТРУКЦИИ ОСНОВАНИЙ ПОД КРОВЛЮ

Стропила выполняют из досок, брусьев, бревен, балок различного сечения. По схеме работы стропила можно отнести к треугольным аркам или фермам, конструктивные особенности которых отмечены выше.

Прогоны предствляют собой балочную конструкцию и могут быть разрезными (рис. 1.28, *а*), консольно-балочными (рис. 1.28, *б*) и неразрезными (рис. 1.28, *в*). Они опираются на верхние пояса стропил и крепятся к ним различными способами.

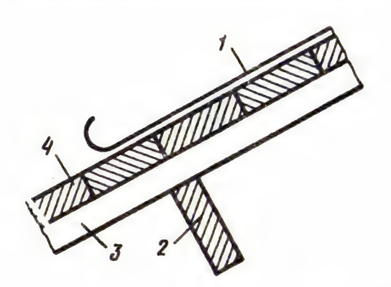


1.28. Прогоны

а — разрезной (l = 4—5 м); *б* — консольно-балочный (l = 4—5 м); *в* — неразрезной из спаренных досок (l = 6—7 м)

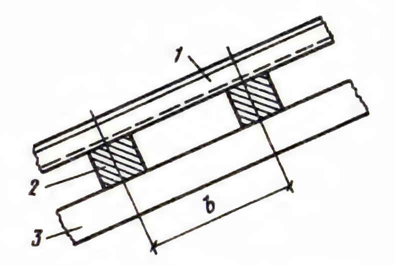
Прогоны цельного сечения выполняют из досок на ребро, брусьев и окантованных бревен. Разрезные прогоны наиболее просты в изготовлении и монтаже, но требуют повышенного расхода древесины. Они стыкуются в местах опирания впритык и с помощью накладок. В консольно-балочных и неразрезных прогонах из спаренных досок стыки устраивают в пролете.

Консольно-балочные прогоны применимы при статических нагрузках, равномерно распределенных по всем пролетам прогона; по схеме работы относятся к статически определимым системам. Консольно-балочные прогоны выполняют из брусьев,



1.29. Дощатый двойной настил под рулонную кровлю

1 — рубероидная кровля; *2* — прогон; *3* — рабочий разреженный настил; *4* — защитный сплошной настил из досок, уложенных под углом 45° к оси здания



1.30. Обрешетка из брусков под волнистую кровлю

1 — волнистый асбестоцементный или стеклопластиковый лист; *2* — брусок обрешетки; *3* — стропильная нога или пояс фермы, арки

соединяемых по длине косым прирубом, в середине которого ставят болты во избежание поперечного смещения концов. Болты могут также воспринимать нагрузку от изгиба прогона.

При стандартной длине брусьев 6,5 м пролет, перекрываемый консольно-балочным прогоном, должен быть не более 4,5 м, что влияет на величину шага стропил. В крайних пролетах, где влияние неразрезности уменьшается, приходится уменьшить величину пролета либо увеличить сечение прогона. Поэтому при пролетах более 4,5 м целесообразно применять спаренные неразрезные прогоны, представляющие собой два ряда досок, поставленных на ребро и соединенных гвоздями. Каждый ряд выполнен по схеме консольно-балочного прогона. Концы досок одного ряда прибивают гвоздями к доске другого ряда, не имеющего в данном месте стыка. Гвозди рассчитывают на восприятие поперечной силы. Стыки досок устраивают в местах, где изгибающий момент меняет знак.

Настилы изготовляют из досок и применяют в покрытиях в виде сплошной конструкции как основание под кровлю. Для трехслойной рубероидной кровли основанием служит настил из двух слоев досок, соединенных гвоздями (рис. 1.29). Верхний защитный слой досок толщиной 16—25 мм и шириной до 100 мм укладывают под углом 45° к нижнему. Для проветривания нижний слой делают разреженным.

Обрешетка выполняется из досок или брусков (рис. 1.30). Ее устраивают как основание для кровли из волокнистых

асбестоцементных, стеклопластиковых листов или кровельной стали. Бруски обрешетки располагают на расстоянии, зависящем от кровельного материала, и рассчитывают как двухпролетную балку на сосредоточенную (1,2 кН) и распределенные (от снега и собственного веса) нагрузки. Расчет ведется по СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции».

Глава 2. СТОЛЯРНЫЕ ИЗДЕЛИЯ, ОПАЛУБКА И ДЕТАЛИ СБОРНЫХ ДОМОВ

2.1. ОКНА

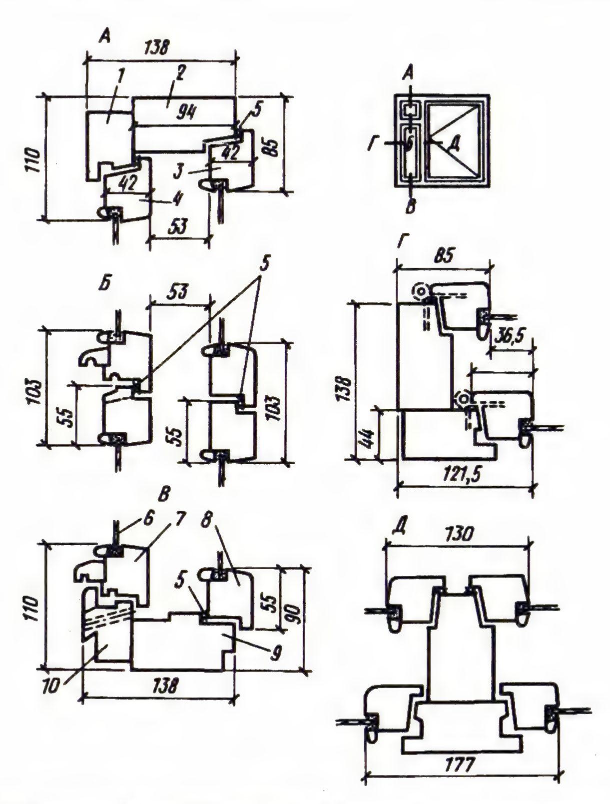
Окна поставляют на строительство в виде блоков, состоящих из деревянных коробок и элементов заполнения — створок, фрамуг, форточек, навешенных на петли или шарниры, окрашенных, остекленных и укомплектованных оконными приборами.

Оконные створки состоят из вертикальных и горизонтальных брусков, соединенных между собой в раму с помощью шипов, нагелей, клея. В створках больших размеров вертикальные бруски соединяются дополнительно горизонтальным бруском — горбыльком.

Фрамуга представляет собой закрепленную наглухо или открываемую рамку в нижней или верхней части оконного блока. В глухих фрамугах нижний брусок имеет четверть для створок. Открываемая фрамуга крепится в оконной коробке с помощью горизонтального бруска — горизонтального импоста. В широких коробках ставят вертикальный неподвижный брусок — вертикальный импост, к которому примыкают вертикальные кромки створок. Форточку помещают в верхней части оконного блока, но не выше 1,8 м от пола. Для плотного закрывания створок оконные переплеты делают с наплывом, т.е. с напуском на брусок коробки.

Оконные блоки для жилых и общественных зданий. Применяют блоки с раздельными (тип Р) и спаренными (тип С) переплетами. Блоки с раздельными переплетами (рис. 2.1) имеют наружную и внутреннюю коробки, к которым крепятся наружная и внутренняя створки, отстоящие одна от другой на определенном расстоянии.

Блоки со спаренными переплетами (рис. 2.2) имеют створку с наружным и внутренним переплетами, примыкающими

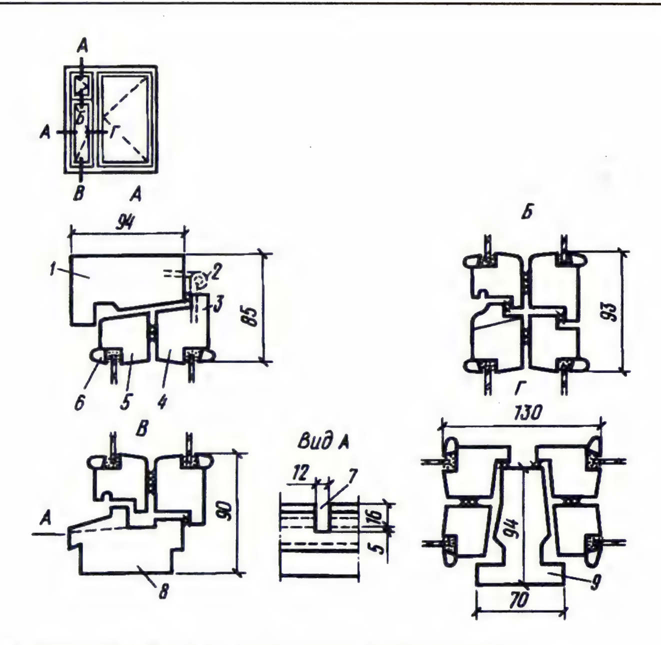


2.1. Оконный блок с двойными раздельными переплетами

1 — верхний брусок наружной коробки; *2* — то же, внутренней; *3* — верхний брусок внутренней створки; *4* — то же, наружной; *5* — уплотняющая прокладка; *6* — стекло; *7* — нижний брусок наружной створки; *8* — то же, внутренней; *9* — нижний брусок внутренней коробки; *10* — то же, наружной

вплотную один к другому. Наружный переплет дополнительно навешен на плетях к коробке. Между собой переплеты соединены стяжками. Блоки могут быть с равными и неравными створками, одно-, двух- и трехстворчатые.

В двухстворчатых блоках навешивают на петли обе створки, в трехстворчатых — три или две крайние. Створки спаренных переплетов высотой более 1400 мм при ширине более 600 мм, а также высотой более 1000 м при ширине более 900 мм навешивают на три петли.



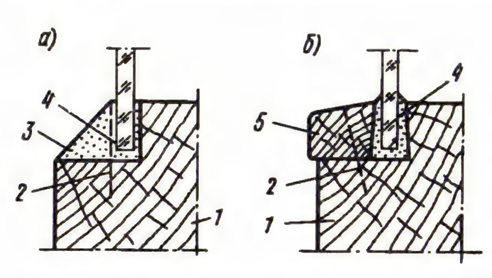
2.2. Оконный блок со спаренными переплетами

1 — бруски коробки (верхний и боковые); *2* — петля; *3* — уплотняющая прокладка; *4* — брусок наружной створки; *5* — то же, внутренней; *6* — раскладка по стеклу; *7* — прорезь для отвода воды; *8* — брусок коробки нижний; *9* — импост

К створкам, форточкам и фрамугам окон в определенных местах приклеивают уплотняющие пенополиуретановые прокладки. В нижнем бруске коробки на расстоянии 50 мм от вертикальных брусков и импостов устраивают прорези для отвода воды.

Оконные блоки изготовляют в соответствии с ГОСТ 23166—78 «Окна и балконные двери деревянные. Общие технические условия». Блоки должны иметь полную заводскую готовность: окончательно отделанную поверхность, установленные приборы, уплотняющие прокладки и остекление. Накладные и врезные приборы с выступающими частями после подгонки снимают, упаковывают и отправляют на стройки комплектно с блоками.

Остекление. Для остекления оконных переплетов жилых зданий применяют листовое стекло толщиной 2,5—3 мм, для блоков общественных зданий — толщиной 3—4 мм. Стекло в



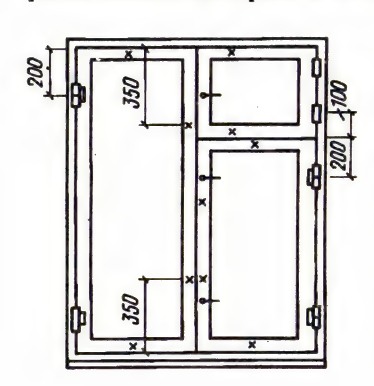
2.3. Крепление стекла в деревянных переплетах

а — шпильками; *б* — прижимными штапиками; *1* — деревянный переплет; *2* — металлическая шпилька; *3* — слой краски; *4* — замазка; *5* — прижимной штапик

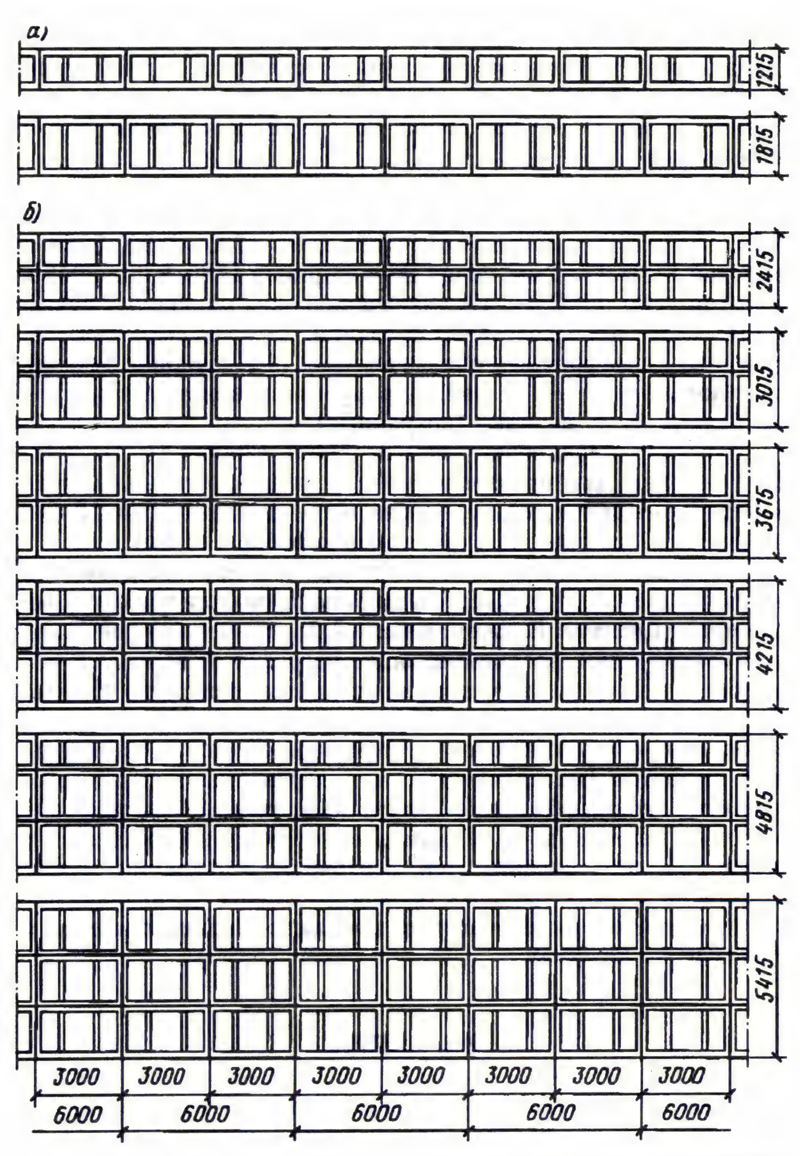
переплетах крепят при помощи шпилек и прижимных штапиков (рис. 2.3). При креплении шпильками оконное стекло по периметру промазывают замазками (обыкновенной, на сурике, на белилах и др.). При креплении оконного стекла штапиками для уплотнения применяют тиоколовые или полиизобутиленовые герметики.

В южных районах, а также в неотапливаемых помещениях применяют окна с одинарным остеклением, изготовленные по чертежам блоков с разделенными переплетами. В районах с умеренным климатом рекомендуются оконные блоки со спаренными переплетами и с наплавом. Окна с тройным остеклением для жилых и общественных зданий применяют в районах Крайнего Севера, а также при соответствующих технико-экономических обоснованиях — в других районах страны с расчетной температурой наружного воздуха -40°С и ниже. В комплект оконного блока входят приборы: петли, замки, защелки, стяжки-завертки, шпингалеты, крючки, ручки (рис. 2.4).

Оконные блоки для производственных зданий (ГОСТ 12506—81) в зависимости от способа открывания окна разделяются на серии: В — открывающиеся внутрь помещения,



2.4. Расположение приборов в окнах (вид из помещения)



2.5. Заполнение оконных проемов с ленточным остеклением без простенков

а — по высоте одним блоком; *б* — несколькими блоками

Н — открывающиеся наружу, Г — глухие (неоткрывающиеся). Окна серий В и Н делают одинарной конструкции с одним рядом остекления или спаренной конструкции с двумя рядами остеклений; серии Г — одинарной конструкции с одним рядом остекления.

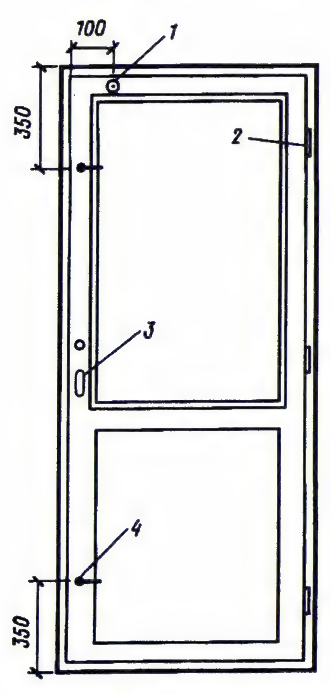
Окна серий Н и Г применяют только в одноэтажных зданиях, а серии В — в одно- и многоэтажных зданиях. Оконные блоки серий Н и Г выпускают шириной 1790, 2390, 2266 и высотой 1170, 1770 мм, серии В — шириной 1785, 2360, 2945 и высотой 1160, 1760 мм. По назначению окна маркируют буквами (П — для производственных зданий, С — для сельскохозяйственных) с цифровыми обозначениями (1 — ширина деталей коробки 94 мм; 2 — 124 мм). Маркировка по конструкции: О — одинарные, Д — двойные (спаренные).

Пример маркировки окон по ГОСТ 12506—81: ПВД 18-30.2 — окно для производственных зданий, открывающееся внутрь помещения, спаренной конструкции, высотой 18 дм, шириной 30 дм при ширине деталей коробки 124 мм.

Световые проемы высотой до 7,2 м в производственных зданиях заполняют по высоте и ширине одним или несколькими оконными блоками. В проемах выше 7,2 м применяют специальные конструкции, воспринимающие нагрузки от вертикальных импостов и собственного веса лежащих выше оконных блоков. Ленточное остекление (рис. 2.5) осуществляется набором трехстворчатых оконных блоков с установкой через 3 м вертикальных импостов (металлических или деревянных), к которым крепятмя оконные блоки. Дополнительно оконные блоки крепят по углам коробок к закладным элементам стен (простенков), перемычек или колонн. При ленточном остеклении между смежными рядами оконных блоков по высоте устанавливают антисептированные деревянные прокладки, прикрепляемые к обвязкам на шурупах.

2.2. ДВЕРИ

Двери доставляют на строительство в виде блока из коробки и дверного полотна, навешенного при помощи петель на вертикальный брусок коробки. Двери бывают наружные (для входа в подъезд), входные (в квартиру), внутренние (межкомнатные, для кухонь, кладовых, встроенных шкафов) и балконные.



2.6. Расположение приборов в балконных дверях

1 — упор; *2* — петля; *3* — ручка; *4* — завертка

По устройству полотна различают двери глухие, полуостекленные и остекленные, по числу полотен — одно-, полутора- и двупольные; по конструкции — филенчатые и щитовые.

Наружные двери изготовляют с порогом, а внутренние — в основном без порога. В отдельных случаях для освещения разделяемых помещений над дверной коробкой устанавливают фрамугу по ширине блока высотой 500 мм. Остекленными делают балконные и межкомнатные двери.

Балконные двери могут быть одно- и двупольными и иметь спаренное (БС) или двойное раздельное (БР) полотно, навешиваемое на три петли (рис. 2.6). Размеры дверей указаны в табл. 2.1.

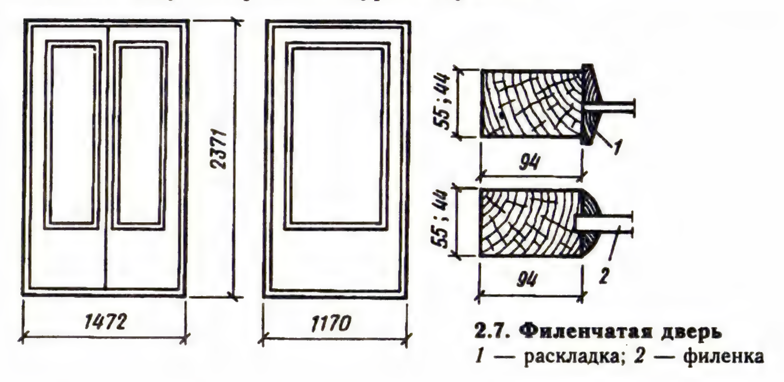
Филенчатые двери (рис. 2.7) состоят из вертикальных, горизонтальных и средних брусков (обвязки) и заполнения (филенки). Филенки изготовляют из досок, фанеры, древесноволокнистых или древесно-стружечных плит. Дощатые филенки применяют для массивных наружных дверей монументальных зданий (театров, институтов и т.п.). Размеры филенчатых дверей

2.1. Размеры балконных дверей

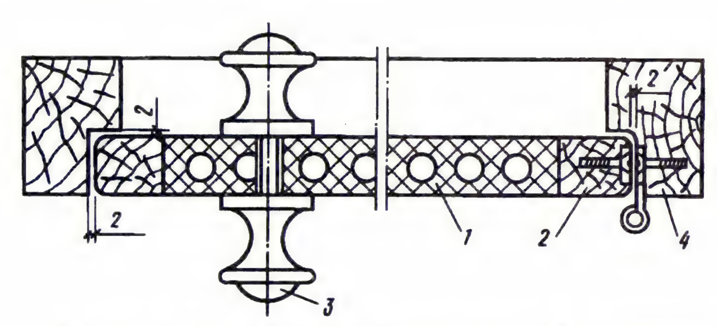
Марка	Размеры, мм		Марка	Размеры, мм	
	высота	ширина		высота	ширина
В жилых зданиях			В общественных зданиях		
БС22-7,5	2175	720	БС28-9	2755	870
БС22-9	2175	870	БС28-12	2755	1170
БС24-7,5	2375	720	БС28-18	2755	1774
БС24-9	2375	870	БР28-9	2755	870
БР22-7,5	2175	720	БР28-12	2755	1170
БР22-9	2175	870	БР28-18	2755	1178
БР24-7,5	2375	720			
БР24-9	2375	870			

по высоте и ширине соответствуют размерам щитовых дверей (ГОСТ 6629—88).

Щитовые двери более пригодны для индустриального изготовления. Они отличаются легкостью, прочностью, формоустойчивостью. В них рационально используются древесина и другие материалы. Щитовые двери состоят из каркаса, заполнения и обшивок. Каркас выполняют из брусков (реек), обшивки — из клееной фанеры, шпона, древесно-волокнистых плит, а заполнение — из строганых реек толщиной и шириной 30—40 мм, обрезков древесно-волокнистых плит, бумажных сот, пенопластов и т.п. Щитовые двери также изготовляют из экструзионных древесно-стружечных плит (рис. 2.8). Полотно из плиты размером 2000x1250x30 мм обрамляется по периметру деревянными обкладками на деревянных шкантах. Плиты и обкладки облицовывают с двух сторон текстурной бумагой.



2.7. Филенчатая дверь
1 — раскладка; *2* — филенка



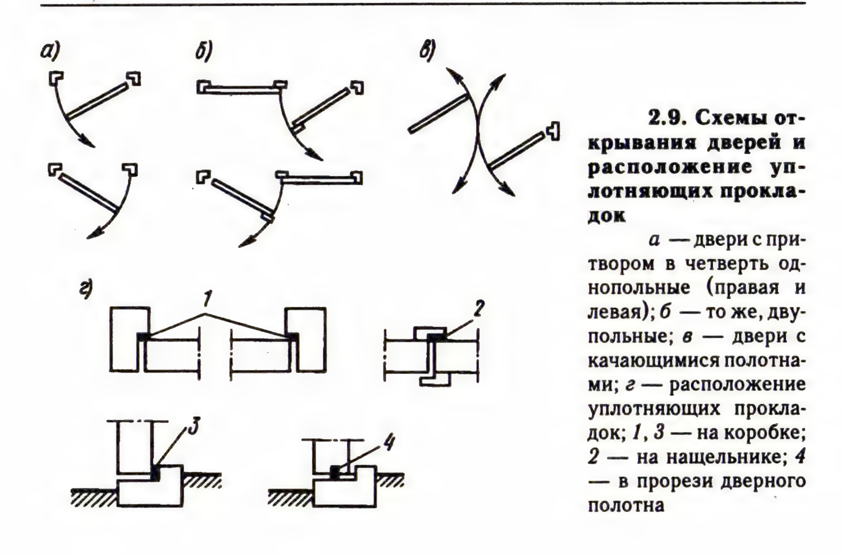
2.8. Полотно щитовой двери из многопустотной экструзионной древесно-стружечной плиты

1 — серединка; *2* — обкладка вертикальная; *3* — ручка; *4* — коробка

Дверная коробка состоит из цельных или склеенных брусков прямоугольного сечения с отобранными четвертями. Бруски соединяют двойным открытым шипом на клею с креплением в углах нагелями. Коробку делают без порога, а низ зашивают монтажной доской. На высоте 1000 м от низа полотна крепят ручки кнопки. Врезка замков не допускается.

Двери для жилых и общественных зданий, изготовляемые по ГОСТ 6629—88, подразделяются на глухие с притвором в четверть (тип Г), остекленные с притвором в четверть (тип О), остекленные с качающимися полотнами (тип К), усиленные для входов в квартиры со сплошным заполнением полотен (тип У). Глухие и остекленные двери с притвором в четверть могут быть одно- или двупольными, с порогом или без порога, правые или левые; остекленные двери с качающимися полотнами — только двупольными (рис. 2.9). Размеры блоков приведены в табл. 2.2.

Входные двери в квартиры жилых зданий с лестничной клеткой, а также двери в классах, аудиториях, больничных палатах и других помещениях с повышенными требованиями к звукоизоляции изготовляют толщиной 40 мм с улучшенной отделкой. В таких дверях применяют полиуретановые уплотняющие прокладки. Для остекления дверей в общественных зданиях применяют прозрачное или узорчатое листовое стекло толщиной 4—5 мм, устанавливаемое с прокладкой упругих профилей. Для качающихся дверей применяют только прозрачное стекло. Двери окрашивают укрывистыми красками, а облицованные шпоном лиственных пород — покрывают прозрачным лаком.



2.9. Схемы открывания дверей и расположение уплотняющих прокладок

а — двери с притвором в четверть однопольные (правая и левая); *б* — то же, двупольные; *в* — двери с качающимися полотнами; *г* — расположение уплотняющих прокладок; *1*, *3* — на коробке; *2* — на нащельнике; *4* — в прорези дверного полотна

2.2. Размеры дверных блоков для жилых и общественных зданий

Тип блока	Размер полотна и блока, мм		Тип блока	Размер полотна и блока, мм	
	высота	ширина		высота	ширина
ДГ24-19		1802/1872	ДО24-19		1802/1872
ДГ24-15	2300/2371	1402/1472	ДО24-15	2300/2371	1402/1472
ДГ24-12		1100/1170	ДО24-12		1100/1170
ДГ24-10		900/970	ДО24-10		900/970
ДГ21-13		1202/1272			
ДГ21-12		1100/1170	ДО21-13		1202/1272
ДГ21-10	2000/2071	900/970	ДО21-12	2000/2071	900/970
ДГ21-9		800/870	ДО21-9		800/870
ДГ21-8		700/770	ДО21-8		700/770
			ДК24-13		1204/1298
			ДК24-19	2300/2371	1804/1898
			ДК24-15		1404/1498

Примечания. 1. Обозначение типов блоков: ДГ – двери глухие; ДО – двери остекленные; ДК – двери остекленные с качающимися полотнами. После букв первые две цифры – условная высота, вторые – условная ширина двери, дм. 2. Слева от черты – размер полотна, справа – размер блока.

Наружные входные дври жилых и общественных зданий (ГОСТ 24698—81) могут быть одно- и двупольными высотой 2000 или 2300 мм. Для входа в служебные помещения устанавливают однопольные глухие двери высотой 1800 мм, а для входов на чердак, в подвалы, для выходов на плоские кровли и т.п. предусматривают трудновозгораемые двери (глухие одно- и двупольные). Для входов в продовольственные кладовые, в холодильные камеры и т.д. применяют утепленные двери — глухие однопольные или двупольные.

К нижней части входных и тамбурных дверей с обеих сторон прикрепляют полосы гетинакса или декоративного бумажно-слоистого пластика толщиной 1,3—265 мм, сверхтвердой древесно-волокнистой плиты толщиной 3,2—4 мм, тонколистовой оцинкованной стали. На время строительства и отделки зданий входные тамбурные двери для защиты от повреждений снимают с петель и заменяют временными табельными полотнами, а пороги зашивают предохранительными щитами.

Двери производственных зданий (ГОСТ 14624—84) подразделяются на внутренние (глухие или остекленные с притвором в четверть, остекленные с притвором в четверть, остекленные с качающимися полотнами) и наружные (глухие или остекленные с притвором в четверть). Наружные двери делают с порогом, а коробки внутренних дверей расшивают доской. Нижнюю часть дверей с обеих сторон обшивают бумажно-слоистым пластиком толщиной 1,3—2,5 мм. Пластик крепят клеем повышенной водостойкости с прижимом шурупами. Маркировка дверных блоков промышленных зданий аналогична маркировке дверных блоков жилых и общественных зданий.

Двери для производственных зданий обозначают буквами и цифрами: Д — дверь; В — внутренняя; Н — наружная; Г — глухая; О — остекленные; К — качающиеся; цифры — размер проема по высоте и ширина, дм; Л — левая (правая — без обозначения); П — дверь с порогом; Р1 и Р2 — типы обшивки. Например, ДВГ 21-9 ЛМ (ГОСТ 14624—84): дверь внутренняя, глухая для проема высотой 21 и шириной 9 дм, с левой навеской полотна, с порогом.

Двери для животноводческих и птицеводческих зданий внутренние и наружные (ГОСТ 14624—84) изготовляют глухими с притвором в четверть, одно и двупольными. Они могут быть правыми и левыми. Наружные двери изготовляют с порогом или без порога, внутренние — без порога. Дверные полотна

изготовляют толщиной 40 мм со сплошным реечным заполнением, облицованными фанерой или твердыми древесно-волокнистыми плитами. По периметру полотна выбирают паз, в котором на клею укрепляют обкладки. Нижние части наружных дверей имеют накладки из досок или декоративного бумажно-слоистого пластика. Пороги в коробках наружных дверей должны быть усилены стальной полосой, укрепленной на шурупах. Коробки без порога расшивают монтажными досками. В дверях помещений, требующих повышенной звукоизоляции или теплоизоляции, устанавливают уплотняющие прокладки.

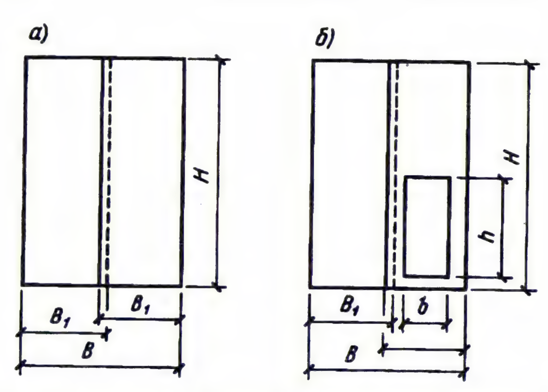
Двери изготовляют из древесины сосны, ели, пихты, лиственницы. Внутренние двери и внутренние фрамуги для помещений с относительной влажностью воздуха не более 60% допускается изготовлять из бука, березы, осины, ольхи, липы и тополя. Влажность древесины створок, фрамуг, форточек, полотен и коробок внутренних дверей должна быть 9+3%, коробок окон, наружных и тамбурных дверей — 12+3%.

2.3. ВОРОТА

Ворота деревянные распашные для животноводческих и птицеводческих зданий (ГОСТ 18853—73) подразделяются на глухие и с калиткой (рис. 2.10). Ворота состоят из двух полотен; калитка располагается в правом полотне. Открывание ворот и калитки — наружное, правое, с притвором в четверть. Типы и размеры распашных ворот приведены в табл. 2.3.

Полотна ворот и калиток имеют каркас, обшитый с двух сторон вертикальными строгаными досками толщиной 16 мм, соединенными в четверть или в шпунт, или березовой фанерой марки ФСФ толщиной 6 мм. К каркасу фанеру крепят водостойкими клеями и гвоздями (длиной не менее 50 мм). Стыки фанеры располагают на бруске каркаса.

Ворота бывают утепленные и неутепленные. В качестве утеплителя применяют теплоизоляционные древесно-волокнистые плиты толщиной 12 мм или другой теплоизоляционный материал. Ворота изготовляют из пиломатериалов хвойных пород не ниже 3-го сорта влажностью до 18%. Допускается изготовлять ворота из деталей, склеенных по сечению и длине водостойкими клеями. По длине элементы склеивают на зубчатый шип; прочность этих соединений на изгиб должна быть не



2.10. Схемы распашных ворот для животноводческих и птицеводческих зданий

а — без калитки; *б* — с калиткой

2.3. Типы и размеры распашных ворот

Тип ворот	Размеры (рис. 2.10), мм		
	ворот		полотна
	H	B	B_1
	Без калитки		
ВРГ 30-30	2900	2950	1480
ВРГ 30-27	2600	2950	1480
ВРГ 24-24	2300	2350	1180
	С калиткой*		
ВРК 30-30	2900	2950	1180
ВРК 30-27	2600	2950	1480

* Размеры калитки: h = 1800 мм; b = 700 мм.

менее 15 МПа. В углах элементы каркаса соединяют двойным открытым сквозным шипом, а в средней части (горизонтальные и вертикальные бруски) — серединным сквозным одинарным шипом. Детали ворот покрывают олифой. После этого к полотнам ворот и калиток крепят металлические накладки и навесы с противокоррозионным покрытием. Калитку навешивают на две петли, устанавливаемые на расстоянии 200 мм от верха и низа

полотна калитки. Нижнюю часть ворот защищают полосами из оцинкованной стали толщиной 0,5—1 мм на высоту 250—300 мм.

2.4. ДЕТАЛИ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ПОЛА

Паркетные доски (ГОСТ 862.3—86) изготовляют трех типов:

ПД1 — с однослойным основанием из реек, набранных в квадраты или прямоугольники, расположенные взаимно перпендикулярно. По продольным кромкам основание обклеено рейками обвязки;

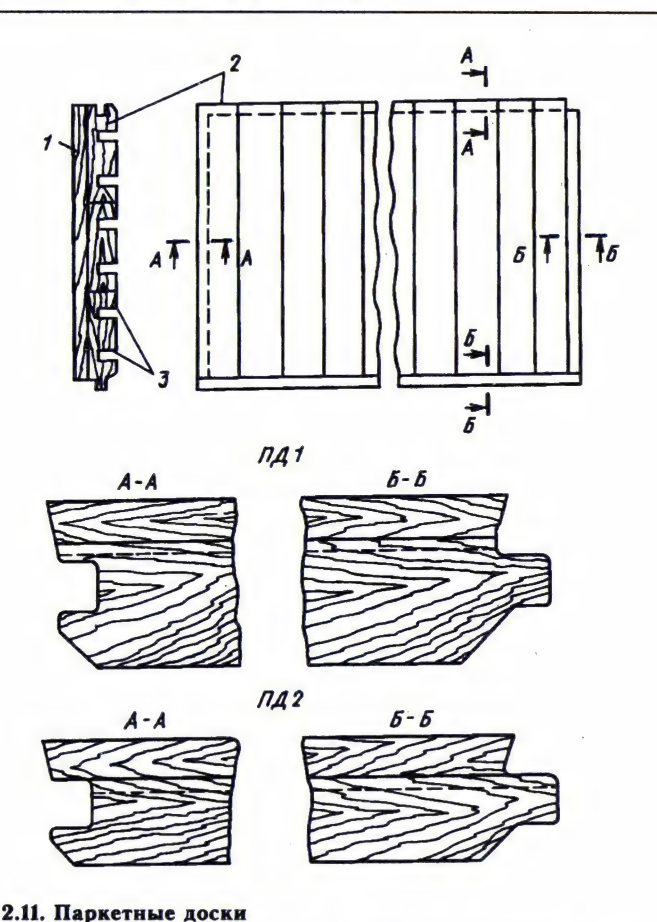
ПД2 — с однослойным основанием из реек, набранных в направлении продольной оси паркетной доски;

ПД3 — с двухслойным основанием из двух склеенных между собой слоев реек либо реек и шпона, уложенных во взаимно перпендикулярном направлении.

В зависимости от породы древесины и качества планок лицевого покрытия паркетные доски подразделяются ма марки А и Б.

Паркетные доски (рис. 2.11) состоят из реечного основания и наклеенных на него планок лицевого покрытия. Длина досок 1200, 1800, 2400 и 3000 мм. ширина 137, 145, 155, 160, 200 мм, толщина досок 25 мм (ПД1) и 18 мм (ПД2). Кромки и торцы паркетных досок имеют паз и гребень для соединения их между собой. Рейки основания при ширине более 300 мм пропиливают вдоль волокон на глубину 16 мм (для ПД1) и 9 мм (для ПД2), чтобы предотвратить коробление. Лицевые планки, подобранные по цвету, укладывают на основание так, чтобы создавался четкий геометрический рисунок. Паркетные планки из лиственницы должны быть радиальной распиловки.

Рейки основания могут быть изготовлены из древесины сосны, ели, лиственницы, а также из антисептированной древесины березы, ольхи, осины, тополя. В рейках не допускается гниль, несросшиеся сучки размером более половины ширины рейки, острый обзол. Рейки могут быть составными по длине со стыками вразбежку, но обязательно из древесины одной породы. Расстояние между торцами соседних реек, соединенных впритык, должно быть не менее 200 мм.



2.11. Паркетные доски

1 — планка лицевого покрытия; *2* — реечное основание; *3* — пропилы для устранения коробления

У паркетных планок не допускаются отколы и отщепы глубиной более 0,2 мм и непрострогаиные участки лицевой поверхности. Планки приклеивают к основанию водостойкими клеями — фенолформальдегидными, мочевино-меламиновым или резорциновым, обеспечивающими прочность клеевого соединения на отрыв не менее 0,6 МПа. Лицевая сторона досок покрывается прозрачным паркетным лаком. Зазоры между планками шириной не более 1,5 мм заделывают фенолформальдегидными или карбамидными шпатлевками.

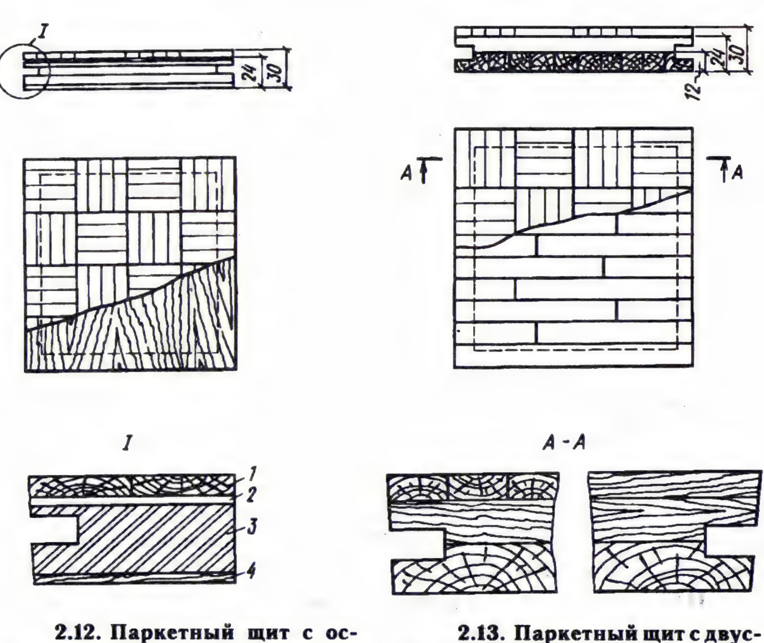
Паркетные щиты (ГОСТ 862.4—87) состоят из основания и лицевого покрытия из планок или квадратов шпона, наклеенных на основание в шахматном порядке. В зависимости от конструкции основания и применяемых материалов различают щиты с рамочным основанием (ПЩ1), с реечным основанием, обклеенным лущеным шпоном (ПЩ2), с основанием из древесно-стружечных плит или цементно-стружечных плит, обклеенных лущеным шпоном (ПЩ3), с двухслойным реечным основанием, уложенным во взаимно перпендикулярном направлении (ПЩ4).

Основание щитов ПЩ1 состоит из рамочной обвязки и реек заполнения, закрепляемых в пазах брусков обвязки прямым несквозным шипом. Ширина реек заполнения 40 мм и более. Щиты ПЩ2 изготовляют из калиброванных реек, обклеенных с обеих сторон лущеным шпоном толщиной 1,5; 1,15 или 0,95 мм.

В качестве основания щитов ПЩ3 используют древесно-стружечные плиты с пределом прочности при статическом изгибе не ниже 17 МПа. Основание обклеивают с двух сторон лущеным шпоном толщиной 1,5; 1,15 или 0,95 мм (рис. 2.12). Для повышения плотности (не менее 720 кг/м^3) и водостойкости основание щита по периметру пропитывают на глубину не менее 30 мм клеями средней или повышенной водостойкости.

Основание щитов ПЩ4 (рис. 2.13) состоит из двух слоев калиброванных реек шириной не более 56 мм, уложенных взаимно перпендикулярно. Паркетные планки имеют толщину 4, 6 и 8 мм, ширину 20—50 мм и длину 100-400 мм; квадраты шпона — толщину 4 мм, ширину 100—200 мм и длину 100—200 мм.

Длина и ширина щитов 400x400, 500x500, 600x600 и 800x800 мм, толщина 40, 32, 28, 25, 22 мм. Для основания используют древесину хвойных и лиственных пород, главным образом отходы лесопиления и деревообработки. Планки лицевого покрытия и квадраты шпона изготовляют из древесины дуба, бука, ясеня, березы, лиственницы и модифицированной древесины мягких лиственных пород, по эксплуатационным и физико-механическим показателям не уступающей древесине дуба. При устройстве полов щиты соединяют между собой шпонками, вставленными в пазы с четырех сторон (кромок) щита. Шпонки изготовляют из твердых лиственных пород и фанеры.

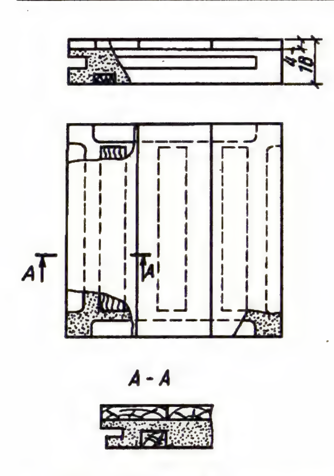


2.12. Паркетный щит с основанием из древесно-стружечной плиты (тип ПШЗ)

1 — паркет; *2* — шпон; *3* — древесно-стружечная плита; *4* — компенсирующий шпон

2.13. Паркетный щит с двуслойным реечным основанием (тип ПЩ4)

Паркетный щит (паркелит), выполняемый одновременно с прессованием древесно-стружечной массы (рис. 2.14), состоит из двухслойных плиток, основание которых изготовляется из опилок и станочных стружек, смешанных со связующим, а облицовочный слой — из шпона лиственных пород (березы, осины, ольхи, тополя), пропитанного или модифицированного синтетическими полимерами. Облицовочный слой набирают однотипно или в художественном исполнении с использованием одной и нескольких древесных пород. Для предотвращения коробления применяют компенсирующие рейки, закладываемые в основание. Направление их на тыльной стороне щита должно соответствовать направлению волокон древесины облицовочного шпона. При такой конструкции щита расход цельной древесины уменьшается до 22% от общей массы материала. Размеры плиток 400х400, 350х350 и 300х300 мм (допускаются 200х200



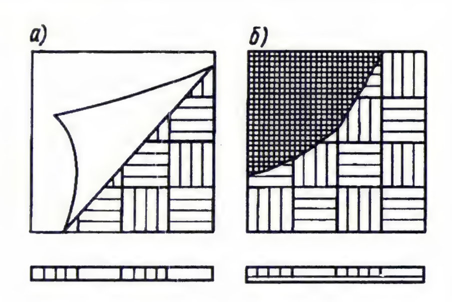
2.14. Паркетный щит из древесно-стружечной массы с напрессованными планками покрытия (паркелит)

и 250x250 мм), толщина плиток 18 мм. Из плиток можно набирать щиты размером 800x800, 800x1200 и 1200x1200 мм. Плотность паркелита 850—1000 кг/м^3, содержание смолы по сухому остатку 10—14%.

Паркетные ленты и листы. Паркетные ленты состоят из планок, скрепленных шпагатом. Планки прямоугольной формы без шпунтов и гребней имеют на лицевой стороне поперечные канавки (пропилы) на расстоянии 25 мм от торцов глубиной 2,5 мм и шириной 1,7 мм. В эти пропилы запрессовывают шпагат диаметром 2—2,2 мм, пропитанный водостойкими синтетическими смолами. Толщина паркетных планок из древесины твердых лиственных пород 10 мм, а из сосны и лиственницы — 14 мм. Паркетные ленты имеют ширину 250; 225; 200; 175; 150; 160; 125 мм, длину 1200—3000 мм. Ширина планок в ленте 50, 45, 40, 35, 30, 25 мм.

Из малых паркетных листов квадратной формы, отрезанных от паркетных лент, набирают большие паркетные листы, состоящие из четырех или девяти частей—квадратов (малых паркетных листов). Квадраты располагают в шахматном порядке и соединяют бумажными лентами, наклеиваемыми крест-накрест с оборотной стороны. Размеры больших паркетных листов 525x525, 500x500, 480x480, 400x400, 375x375 мм.

Ленточный и листовой паркет крепят к основанию из досок, плит, цементно-песчаной стяжки клеящей мастикой, включающей (процент по массе): поливинилацетатную дисперсию — 43; доломитовую муку (наполнитель) — 39; этилацетат



2.15. Мозаичный паркет с планками, наклеенными на бумагу (*а*) и на эластичный материал (*б*)

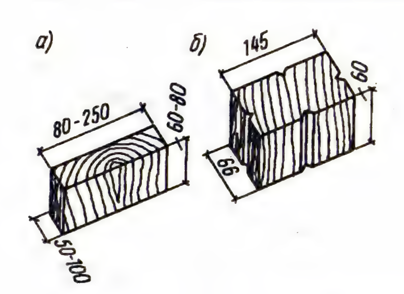
(растворитель) — 4; дибутилфталат (пластификатор) — 6; воду — 8. Ленточный и листовой паркет можно укладывать также на битумно-полимерных и инден-кумароновых мастиках с последующим строганием на глубину 0,5—1,5 мм для снятия провесов.

Мозаичный (наборный) паркет (ГОСТ 862,2—85) вырабатывается в виде ковра (400x400, 480x480, 520x520, 600x600, 650x650 мм), состоящего из отдельных планок толщиной 8 и 10 мм из древесины хвойных пород и березы, наклеенных лицевой поверхностью на бумагу (рис. 2.15, *а*). После настилки паркета на основание бумагу снимают (отмывают). Планки могут быть также наклеены нелицевой поверхностью на какой-либо эластичный материал, остающийся в покрытии пола после настилки паркета (рис. 2.15, *б*). Лицевую поверхность паркетных щитовых, ленточных и других покрытий отделывают специальным лаком.

Штучный паркет состоит из отдельных планок с выбранными по кромкам пазами и гребнями, предназначенными для соединения планок между собой. В зависимости от расположения гребня планки подразделяются на левые и правые. Длина паркетных планок 150—450 мм с градацией 50 мм, ширина 30—60 мм с градацией 5 мм, толщина 16 и 19 мм.

Планки для паркетных покрытий изготовляют из древесины дуба, бука, ясеня, клена, вяза, березы, лиственницы влажностью 8—10%. Планки из лиственницы должны иметь радиальное расположение годовых слоев. Паркетные изделия поставляют партиями одного типа и размера с лицевым покрытием из древесины одной породы и схожего рисунка. В партии должно быть не менее 100 м^2 изделий.

Деревянные торцовые шашки изготовляют по заказам из древесины хвойных пород, чаще всего — из сосны. Древесину



2.16. Шашки деревянные для полов

а — призматические; *б* — с пазами

лиственных пород модифицируют полимерами. Шашки имеют прямоугольную форму с пазами и без них (рис. 2.16).

Глубина пазов 7 мм, ширина 14 мм. Допускаются отклонения от установленных размеров: по высоте 1—2 мм, по ширине от 1 до +2 мм, по длине от +2 до +3 мм. Влажность древесины в шашках не должна превышать 15%.

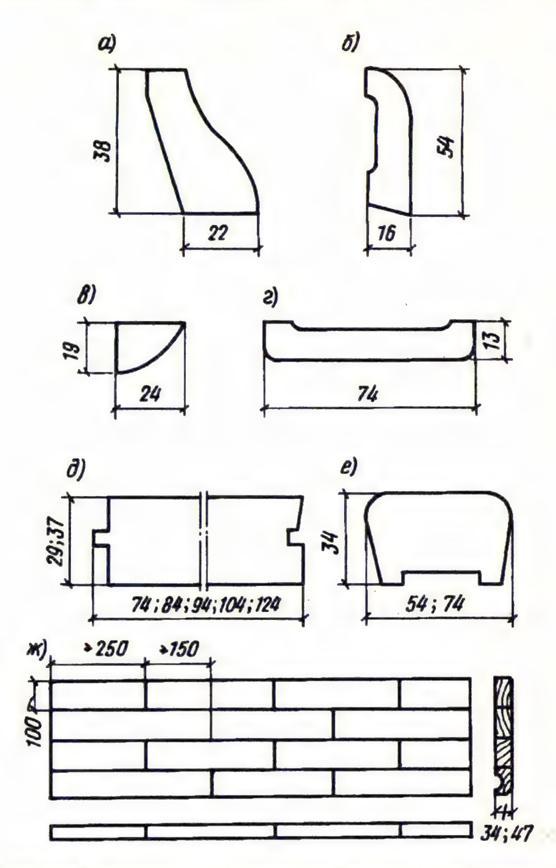
2.5. ПРОФИЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ

К профильным деталям (ГОСТ 8242—88) относятся наличники, раскладки, галтели, поручни для металлических перил, доски для чистого пола, наружная обшивка, подоконные доски (рис. 2.17).

Профильные детали изготовляют из древесины сосны, лиственницы, кедра, ели, пихты. Для помещений с относительной влажностью не выше 70% можно использовать древесину бука, березы, ольхи, тополя, осины, липы. Но не допускается изготовление поручней из древесины лиственницы, пихты, ели и тополя; досок — из липы и тополя, а наружной обшивки — из древесины мягколиственных пород и березы. Влажность древесины для наличников, плинтусов, раскладок, поручней и досок пола не должна превышать 15%.

Профильные детали учитывают в метрах с точностью до 0,01 м, а доски полов — в кубических метрах с точностью до 0,001 м^3. Прирезанные наличники и поручни учитывают в штуках и метрах. Размеры профильных деталей приведены в табл. 2.4.

Доски для чистых полов имеют гребень и шпунт, смещенные к нелицевой поверхности. Толщина досок 28 и 36 мм, ширина 74, 84, 94, 104, 124, 144 мм. Доски толщиной 36



2.17. Профили поперечного сечения погонажных деталей
а — галтель; *б* — плинтус; *в* — раскладка; *г* — наличник; *д* — доска чистого пола; *е* — поручень; *ж* — подоконная доска

мм применяют в спортивных залах, коридорах, производственных помещениях с повышенной нагрузкой на полы. Длина изделий от 2,1 м и более с градацией 100 мм. Ширину досок для полов измеряют без учета гребня.

Подоконные деревянные доски (ГОСТ 8242—88) изготовляют из древесины хвойных пород, цементно-стружечных плит и комбинируют из древесины, фанеры и плит. Лицевые кромки досок могут иметь закругление или фаску 5x5 мм. Доски могут быть из цельной древесины или клееными по длине и

2.4. Размеры профильных деталей

Изделия	Размер (ширина х хтолщина), мм		Изделия	Размер (ширина х хтолщина), мм	
	изделий	пиломатериалов и заготовок*		изделий	пиломатериалов и заготовок*
Наличники	74x13 54x13 44x13 34x13	80x16 60x16 50x16 40x16	Доски чистого пола	74x28 84x28 94x28	80x32 90x32 100x32
Раскладки	19x13 24x19	25x*a***		124x28 144x28	130x32 150x32
Плинтусы	54x16 54x19 38x22 25x25	60x19 60x25 25x*a***		74x36 84x36 94x36 104x36	80x40 90x40 100x40 110x40
Поручни для металлических перил	54x27 74x27	60x32 80x32		124x36 144x36	130x40 150x40

* Размеры пиломатериалов и заготовок установлены при абсолютной влажности 15%.

** *a* – толщина доски.

ширине из отрезков досок или брусков. Ширина склеиваемых заготовок должна быть не более 100 мм (рис. 2.17, *ж*). Прочность клеевых соединений на скалывание вдоль волокон должна быть не менее 4 МПа, а на изгиб при зубчатом соединении — 24 МПа. Лицевые поверхности досок окрашивают атмосферостойкими красками, а поверхности, примыкающие к стенам, пропитывают антисептиками.

Подоконные доски изготовляют трех марок: ПД-1 — из древесины хвойных пород толщиной 34 и 42 мм (смешивание разных пород в одной доске, кроме сосны, ели, пихты, не допускается); ПД-2 — из цементно-стружечных плит толщиной 20—40 мм; ПД-3 — из древесины хвойных пород, облицованных сверхтвердой древесно-волокнистой плитой мокрого способа производства или водостойкой фанерой.

В обозначении подоконных досок указывают марку детали, сечение, длину. Например, ПД-1-34x300x1450 (ГОСТ 8242—

88) — подоконная доска марки 1 толщиной 34, шириной 300 и длиной 1450 мм.

Доски применяют длиной 700, 850, 1000, 1300, 1450, 1600, 1900, 2200, 2500, 2800, шириной 144, 200, 250, 300, 350, 400, 450 мм, толщиной 34 и 42 мм. При поставке на объект окрашенные подоконные доски упаковывают в пачки лицевыми сторонами внутрь попарно.

2.6. ВСТРОЕННАЯ МЕБЕЛЬ И ПЕРЕГОРОДКИ

Встроенная мебель — это встроенные шкафы и шкафы-перегородки, антресоли, откидные сиденья и кровати, шкафы для коммуникаций и т.п. Встроенные шкафы монтируют у стен в специальных нишах, а шкафы-перегородки ставят вместо ненесущих перегородок. Шкафы-перегородки могут быть одно- и двусторонними. Их применяют в квартирах со свободной планировкой, располагая между жилыми комнатами либо между комнатой и кухней. Варианты устройства встроенных шкафов и шкафов-перегородок указывают в проектах.

Встроенные шкафы и стационарную кухонную мебель изготовляют в виде универсально-разборных изделий, состоящих из плоскостных унифицированных щитовых элементов. Изделия собираются непосредственно на месте их установки. Встроенные шкафы-перегородки позволяют освободить квартиру от лишней мебели; они создают дополнительные удобства, гигиеничны и менее опасны в пожарном отношении. Кроме того, встроенная мебель в 2—2,5 раза дешевле передвижной, а вместимость ее выше.

Стационарные индустриальные перегородки изготовляют для жилых, гражданских и промышленных зданий. Перегородки должны быть легкими и отвечать требованиям звукоизоляции и огнестойкости. В жилых зданиях перегородки бывают межкомнатные, межквартирные и ограждающие санитарные узлы и кухни. К перегородкам санитарных узлов и кухонь предъявляют дополнительные требования по влагоустойчивости и гигиеничности.

Перегородки могут быть из деревянных щитов, из древесных плит, гипсодеревянные, каркасно-деревянные с звукоизолирующим заполнителем (пено- и сотопласты) и обшивкой из фанеры и плит. Для повышения звукоизоляции необходимо

тщательно заделывать швы и щели в сопряжениях со стенами и потолком.

Деревянные перегородки применяют чаще всего в деревянных, а также в двух- и трехэтажных каменных зданиях. Устраивают перегородки одинарные, щитовые, столярные и каркасно-обшивные. Дощатая одинарная перегородка состоит из вертикальных досок толщиной 50 мм на шипах. Поверхности оштукатуривают. Столярные перегородки устраивают из строганых окрашенных щитов, а также из столярных и древесно-стружечных плит, отделанных листовыми и рулонными полимерными материалами (павинолом, бумажно-слоистым пластиком и т.п.).

Для устройства междукомнатных перегородок в малоэтажных жилых и общественных зданиях используют стандартные деревянные щиты восьми типов высотой 2500, 2700, 3000 мм, шириной 295, 445, 595 мм, толщиной 48 мм. Щиты облицовывают гипсовой сухой штукатуркой, фанерой, древесно-волокнистыми плитами, отделывают рулонными полимерными материалами или окрашивают. Щиты изготовляют из досок толщиной 16 мм, шириной 50—150 мм, влажностью не более 25% и пропитывают антисептиками.

Для устройства несущих перегородок в зданиях различного назначения служат гипсобетонные панели, армированные деревянными каркасами (ГОСТ 9574—90). Каркас из деревянных брусков и реек обеспечивает прочность панелей при перевозке и монтаже, а также надежность крепления к примыкающим конструкциям. В панелях с дверными проемами устанавливают черновые коробки.

Каркас выполняют из древесины хвойных пород не ниже III-го сорта. Обзол на брусках обвязки должен быть очищен от коры и обращен внутрь панели. В одном поперечном сечении панели допускается совпадение не более двух стыков реек каркаса. Бруски обвязки стыковать нельзя.

Арматурный каркас располагают в средней по толщине части панели с допускаемым отклонением оси не более 3 мм. Помещение с высоким уровнем шума в производственных зданиях рекомендуется отгораживать перегородками, обшитыми плоскими листами асбестоцемента или сухой гипсовой штукатуркой с заполнением минераловатными плитами или войлоком. Перегородки из плитных материалов — фибролита, арболита, опилкобетона и др. рекомендуются для одноэтажных промышленных зданий со стенами из железобетона. Конструк-

ция представляет собой каркас из стоек с шагом 6 м и металлических горизонтальных поясов с заполнением плитами стандартных размеров. Технические показатели перегородок приведены в табл. 2.5.

2.5. Перегородки для промышленных зданий

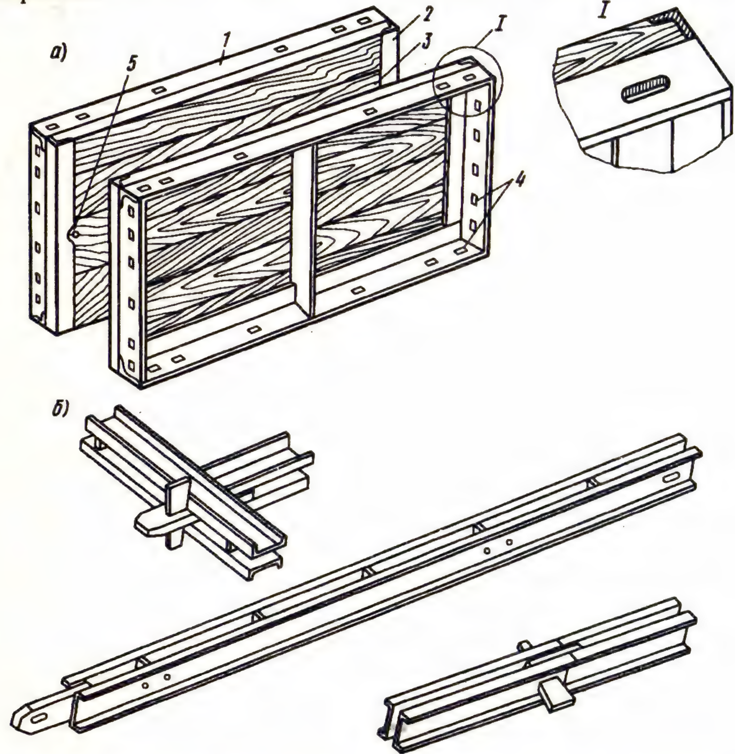
Показатель	Перегородки		
	гипсобетонная	фибролитовая с деревянным каркасом	каркасно-обшивная
Размер перегородок, мм	6000x1800	6000x1800 (1200)	6000x1200
Расход материалов на 1 м^2:			
стали, кг	0,56	0,85	1,63
гипсобетона, м^3	0,07	–	–
фибролита, м^3	–	0,06	–
асбестоцемента плоского толщиной 10 мм, м^2	–	–	2
древесины, м^3	0,007	0,008	0,011
минерального войлока, м^3	–	–	0,044
гипсовой сухой штукатурки, толщиной 10 мм, м^2	–	2	–
Масса 1 м^2 панели, кг	94,5	27,7	47,2

2.7. ОПАЛУБКА

Опалубка для монолитного железобетона. При бетонировании конструкций из монолитного железобетона — фундаментов, стен, колонн, опор, перекрытий, резервуаров и др. — применяют разборно-переставную, подъемно-переставную, скользящую, катучую, несъемную опалубку из досок, древесных плит, фанеры, пластмасс в сочетании с металлическими крепежными и усиляющими элементами.

Достоинства опалубки из досок — небольшая масса при достаточной прочности, малая тепло- и электропроводность, несложность изготовления, доступность материалов. Недостатки дощатой опалубки — малая оборачиваемость, значительный расход древесины, несовершенство сборки, невысокое качество поверхности конструкций после бетонирования.

Разборно-переставная опалубка. Унифицированная инвентарная разборно-переставная опалубка (рис. 2.18) состоит из опалубочных щитов, схваток, инвентарных приспособлений для сборки (хомутов, клиновых зажимов, натяжных крюков и т.п.). Щиты представляют собой стальной каркас с отверстиями для крепления и палубу, которая может быть выполнена из досок, древесно-стружечных плит, водостойкой фанеры или стеклопластика. Торцы палубы защищены уголками, приваренными к каркасу и служащими одновременно основой для ее крепления. Для более плотного соединения доски сплачивают в шпунт или четверть, что повышает оборачиваемость опалубки в полтора раза по сравнению с опалубкой из досок, сплоченных впритык.



2.18. Щитовая объемно-переставная инвентарная опалубка

а — щит; *б* — схватки; *1* — стальной каркас; *2* — торцовая обойма; *3* — доски палубы; *4* — отверстия для соединения щитов; *5* — отверстие для пропуска стяжки

Скользящая опалубка применяется при бетонировании высоких сооружений — силосов, опор, башен, высотных зданий башенного типа и др. В отличие от разборно-переставной скользящая опалубка перемещается на вновь бетонируемые участки при помощи специальных домкратов, опирающихся на стальные стержни. Перемещение происходит периодически — по мере достижения ранее уложенным бетоном распалубочной прочности.

Скользящая опалубка может быть плоской и криволинейной, жесткой и гибкой, с постоянным и уменьшающимся контуром (при бетонировании конусных или пирамидных сооружений). Требования к криволинейной опалубке более высокие, так как ее используют для бетонирования тонкостенных сооружений — резервуаров, силосов, бункеров, колодцев, башен. Для указанных конструкций скользящую опалубку делают из фанеры с металлическими креплениями. Целесообразно использовать фанеру, модифицированную синтетическими полимерами, но особенно эффективно применение бакелизированной фанеры в связи с ее высокой прочностью, малым водопоглощением, низкой истираемостью и гладкой поверхностью листов.

Для повышения оборачиваемости опалубки, снижения сцепления с бетоном и получения гладкой поверхности применяют фанеру, облицованную пленкой фенолформальдегидного полимера. Опалубка из такой фанеры не требует применения специальных смазок.

Опалубка из древесных плит и пластиков рекомендуется для снижения расхода пиломатериалов. Изготовляется с применением древесно-стружечных и древесно-волокнистых плит. Наиболее пригодны плиты, изготовленные на фенолформальдегидном связующем. Для защиты от истирания и увлажнения рабочую поверхность плит покрывают эпоксидным или фенолформальдегидным лаком, поливинилхлоридным линолеумом, текстолитом. Технические характеристики опалубки из древесно-стружечных плит приведены в табл. 2.6.

Среди полимерных листовых материалов для инвентарной опалубки рекомендуется стеклопластик. Он имеет гладкую поверхность, небольшую массу, обладает малым сцеплением с бетоном (табл. 2.7), не требует смазки. Сопротивление стеклопластика истиранию и ударам весьма высокое. Малая масса щитов позволяет осуществлять укрупнительную сборку блоков площадью до 4—8 м^2, благодаря чему значительно ускоряется

2.6. Опалубка из древесно-стружечных плит

Защитное покрытие	Расчетная оборачиваемость опалубки, раз	Предел прочности при изгибе, МПа	Модуль упругости при изгибе, МПа
Лак:			
фенолформальдегидный	5	8	1400
эпоксидный	7	10	1500
Поливинилхлоридный линолеум на битумно-резиновой мастике	10	9	1200
Текстолит:			
на битумно-резиновой мастике	10	12	2000
на фенолформальдегидном лаке	10	10	1500

2.7. Сравнительные данные по сцеплению различных материалов с бетоном в возрасте 3 сут

Материал опалубки	Сцепление, МПа	
	при сдвиге с отрывом	при нормальном отрыве
Строганые доски	145	9
Металл	290	8,7
Стеклопластик	75	3,2
Гетинакс	–	4,5
Древесно-волокнистая плита с эмалевым покрытием	–	3,5

подготовка опалубки к работе. Оборачиваемость щитов — 35—40 раз.

Опалубка сборных железобетонных элементов — формы, поддоны, матрицы, бортоснастка, из которых наиболее распространены формы. Они состоят из поддона и бортов, закрепленных жестко или съемных (откидывающихся). Поддоны как самостоятельный вид опалубки служат только для транспортирования и выдерживания отформованных на них изделий до затвердевания бетона. Матрицами называют неподвижные поддоны, а бортоснасткой — разъемные или неразъемные рамки, помещаемые на поддоны или матрицы для заполнения бетоном и формования изделия.

Древесно-пластмассовые формы по сравнению с металлическими обладают меньшим сцеплением с бетоном, легче распа-

лубливаются, не требуют смазки рабочих поверхностей. Полезны такие свойства древесно-пластмассовых форм как малая электропроводность, стойкость к пропариванию, вибрации, агрессивной среде.

Применяют формы из клееных фанерных щитов с металлическими креплениями. Фанеру к деревянному каркасу приклеивают фенолформальдегидным клеем. Во избежание значительных деформаций от распора и для защиты верхних кромок фанеры на борта ставят уголки жесткости размером 20x20 мм и металлические стяжки.

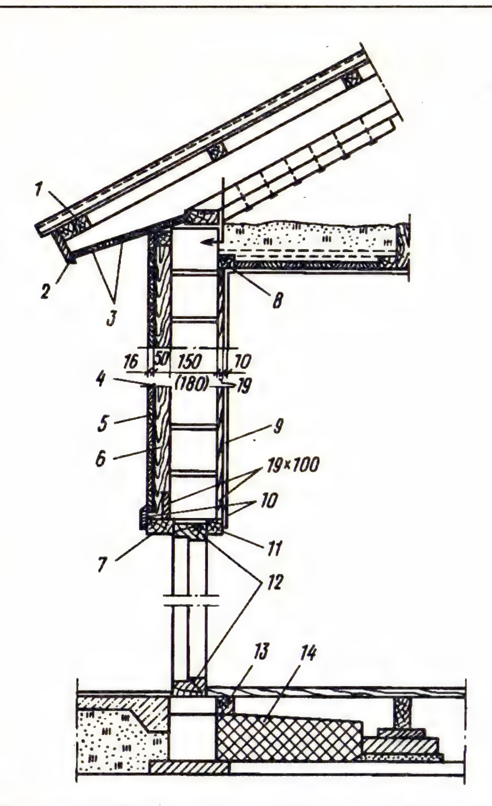
Цельностеклопластиковые формы делают из листового стеклотекстолита. Они имеют разъемные борта и поддон, усиленные продольными и поперечными ребрами жесткости, а также металлические крепления, присоединенные к стеклотекстолиту эпоксидным клеем.

Комбинированные формы из древесины и стеклотекстолита изготовляют неразъемными из досок толщиной 25 мм, усиленных деревянными ребрами толщиной 40 мм. Рабочие поверхности форм облицовывают листами стеклотекстолита на шурупах или клею.

Кроме стеклопластиков применяют листовой жесткий поливинилхлорид (винипласт), бумажно-слоистые пластики (гетинакс), полиэтилен, полипропилен, резину, пленки. Для изготовления опалубки эффективна древесина, модифицированная синтетическими полимерами, обладающая повышенной прочностью и жесткостью, малой истираемостью и формоизменяемостью. Стабильность размеров модифицированной древесины при увлажнении предотвращает растрескивание досок и уменьшает число щелей, влияющих на качество бетонируемых поверхностей.

2.8. ДЕТАЛИ ДОМОВ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Брусчатые дома. Стены брусчатых домов (рис. 2.19) собирают из брусьев сечением 150x150 и 150x180 мм. Брусья укладывают горизонтально и связывают в углах вперевязку или вполдерева, на шип, на шпонках и т.п. Чтобы стены не выпучивались, брусья крепят между собой нагелями. Между брусьями укладывают утеплитель — паклю или войлок.



2.19. Поперечный разрез стены брусчатого дома

1 — бруски обрешетки; *2* — лобовая доска 22х124 мм; *3* — подшивка 16х94 мм; *4* — бумага строительная (два слоя); *5* — доски обшивки 16х94 мм; *6* — маячная рейка 50х50 мм через 600 мм; *7* — брусок 44х94 мм; *8* — черепной брусок 40х50 мм; *9* — сухая штукатурка; *10* — наличник 13х74 мм; *11* — брусок 44х47 мм; *12* — дверная коробка 57х94 мм; *13* — черепной брусок 50х50 мм; *14* — цементный раствор с примесью волокнистого вещества

С наружной стороны стены обшивают строгаными досками сечением 13х94 мм по слою твердых древесно-волокнистых плит, укрепленных на маячных рейках сечением 50х50 мм. При расчетной температуре наружного воздуха минус 40°С стены дополнительно утепляют минераловатными плитами толщиной 50 мм, укладываемыми между маячными рейками. В проектах допускается замена дощатой наружной обшивки асбестоцементными листами и плитами. Брусчатые дома наиболее древесино-

емкие и возводятся в лесоизбыточных районах с суровыми климатическими условиями. Их выпуск составляет 25% общего объема производства деревянных домов.

Каркасные дома. Стены каркасных домов собирают из брусков сечением 50x100 мм, образуя каркас, обшитый с двух сторон досками или древесными плитами. Пространство между обшивками заполняют минераловатными, изоляционными древесно-волокнистыми или фибролитовыми плитами.

Жесткость каркаса обеспечивается междуэтажными и чердачными перекрытиями, а также листами обшивки. Каркасные стены представляют собой жесткие рамы, не дающие осадки, что позволяет сразу по окончании сборки производить отделочные работы.

Каркасные дома требуют небольшого расхода древесины, но возведение их трудоемко, слабо поддается механизации. Производство растет медленно и составляет 20% общего выпуска деревянных домов.

Щитовые дома. Стены щитовых домов собирают из дощатых щитов, утепленных изоляционными древесно-волокнистыми плитами. Щиты поставляются с вмонтированными в них оконными и дверными блоками. Конструкция щита включает обвязку из брусьев, наружную обшивку из строганых профилированных досок толщиной 16 мм, четыре слоя утеплителя и внутреннюю обшивку из досок под обивку сухой гипсовой штукатуркой.

Внутренние несущие стены состоят из дощатых щитов толщиной 80 мм, а перегородки, не несущие нагрузки — из щитов толщиной 50 мм, подготовленных под обивку сухой штукатуркой. Такие дома возводят в районах с расчетной температурой наружного воздуха —30 и —40°С. Выпуск таких домов составляет 5,7% общего объема производства деревянных домов. Дома — теплые, трудносгораемые, с современной планировкой, удобные для проживания, отвечающие всем требованиям поселкового строительства.

Арболитовые дома собирают из крупных блоков, выпускаемых по ГОСТ 19222—84. Стены таких домов обладают повышенными теплоизоляционными свойствами (коэффициент теплопроводности арболита 0,13 Вт/м °С при плотности материала 650 кг/м^3). В зависимости от расчетной температуры (—30°С и —40°С) применяют блоки толщиной 240 и 280 мм. Толщина блоков внутренних стен 200, ширина 480, длина

4180 мм. Вертикальные блоки делают неармированными, а горизонтальные армируют стальной арматурой. Блоки соединяют между собой металлическими скобами диаметром 10—12 мм. Толщина швов между блоками 10—20 мм. Швы между наружными блоками заполняют пластифицированным раствором плотностью 750 кг/м^3, снаружи расшивают, а изнутри затирают цементным раствором. Полы устраивают из фрезерованных досок толщиной 28 мм по лагам сечением 50x100 мм, укладываемым на деревянные антисептированные подкладки и кирпичные столбики.

Применение арболита позволяет уменьшить массу ограждающих конструкций, улучшить эксплуатационные качества и комфортность домов, снизить их себестоимость. Возможность производства арболита на месте строительства способствует снижению транспортных расходов.

Панельные дома предназначены для поселкового строительства в районах с расчетной температурой наружного воздуха —30 и —40°С. Основные конструкции — вертикальные панели стен, по которым с шагом 1,2 м размещены фермы перекрытия. Жесткость здания обеспечивается креплением ферм с панелями верхними обвязками, диагональными связями, подшивным потолком.

Цоколь (кирпичный) перекрывается панелями с каркасом из досок сечением 47x172 мм. Со стороны подполья панели облицованы цементно-стружечными плитами толщиной 14 мм, со стороны пола — водостойкой фанерой ФСФ толщиной 12 мм. Утеплитель — минераловатные плиты М75, пароизоляция — полиэтиленовая пленка.

Панели наружных стен имеют каркас из досок сечением 47x124 и 47x144 для температуры наружного воздуха соответственно —30 и —40°С. С наружной стороны панели обшивают цементно-стружечными плитами толщиной 14 мм, или водостойкой фанерой марки ФСФ толщиной 8 мм, или асбестоцементными листами по рейкам на относе, или фрезерованными досками толщиной 13 мм по слою древесно-волокнистых плит толщиной 4 мм.

Панели внутренних стен имеют каркас из досок сечением 47x94 мм и двустороннюю обшивку из древесно-волокнистых плит, склеенных из двух слоев толщиной 3,2—4 мм. Перегородки состоят из панелей рамной конструкции с реечным заполнителем из древесных плит. Облицовка — сухая гипсовая штука-

турка. Полы устраивают из досок толщиной 28 мм, из паркетных досок толщиной 25 мм и паркетных щитов толщиной 30 мм.

Крыша — двускатная по фермам пролетом 7,2 м; кровля — из волнистых асбестоцементных листов унифицированного профиля по обрешетке из брусьев 50x100 и 50x50 мм.

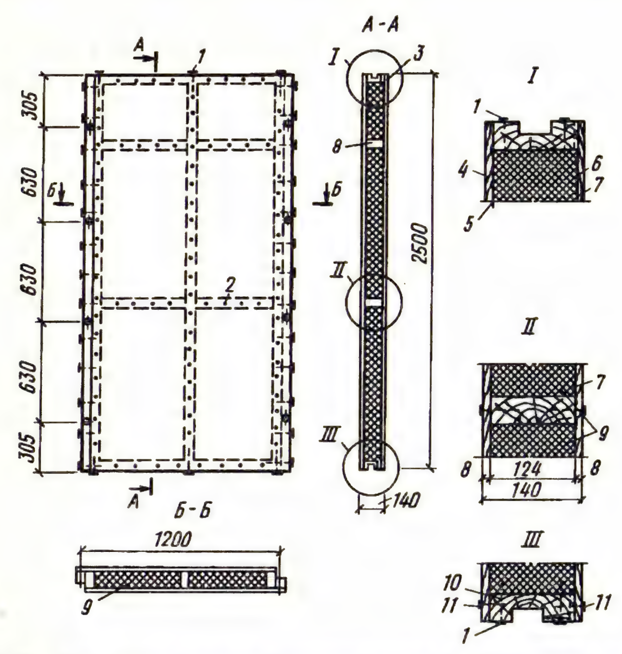
На один трехкомнатный одноквартирный деревянный дом панельной конструкции расходуется 26,6 $м^3$ лесоматериалов (0,345 на 1 $м^2$ общей площади), 4,22 тыс. шт. кирпича, 2,46 т цемента, 290 кг стали, 8,4 т бетона.

В районах с расчетной температурой наружного воздуха — 50°С, на вечномерзлых грунтах или при сейсмичности 7—9 баллов строят панельные дома, укрепленные жесткими связями. Фундаменты выполняют свайными деревянными. Подполье — проветриваемое для сохранения вечномерзлого состояния грунта. Цокольное перекрытие делают из деревянных утепленных панелей шириной 1,2 м с обшивкой по каркасу фанерой марки ФСФ толщиной 12 мм. Чистый пол выполняют из линолеума.

Для наружных и внутренних стен используют деревянные панели шириной 1,2 м, длиной 2500 мм, с обшивкой по каркасу фанерой марок ФСФ и ФК толщиной 8 мм (рис. 2.20). Чердачное перекрытие также выполняют из деревянных панелей шириной 1,2 м, длиной 3,6 м (рис. 2.21). Утеплителем панелей стен и перекрытий служат полужесткие минераловатные плиты М125 на синтетической связке. Панели стен и перекрытий соединяют болтами и металлическими связями, что обеспечивает четырехкратную разборность здания. Кровлю выполняют из асбестоцементных листов по обрешетке, стропилам и подстропильным рамам.

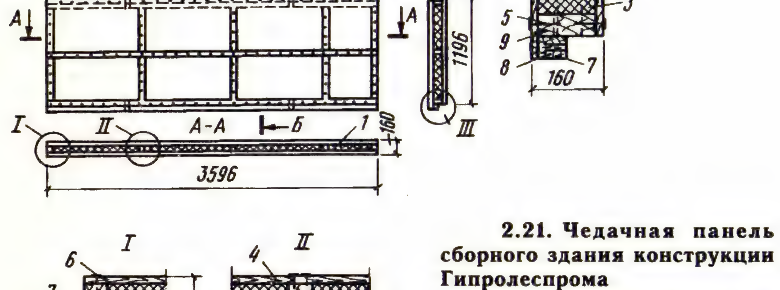
Дома из объемных элементов. Объемный элемент представляет собой часть комнаты или целую комнату со стенами, полом и потолком, со встроенными и отделанными окнами и дверями, с установленными приборами отопления и электросетью. Готовые объемные элементы транспортируют на блоковозах и на железнодорожных платформах. Максимальная ширина 310 см, масса 5—10 т. Для монтажа домов используют тяжелые краны.

Контейнерные объемно-блочные здания с деревянными или металлодеревянными несущими элементами монтируют из блоков, промежутки между которыми перекрывают панелями (для оборудования коридоров). Раму (основание) блока выполняют из древесины или металла.



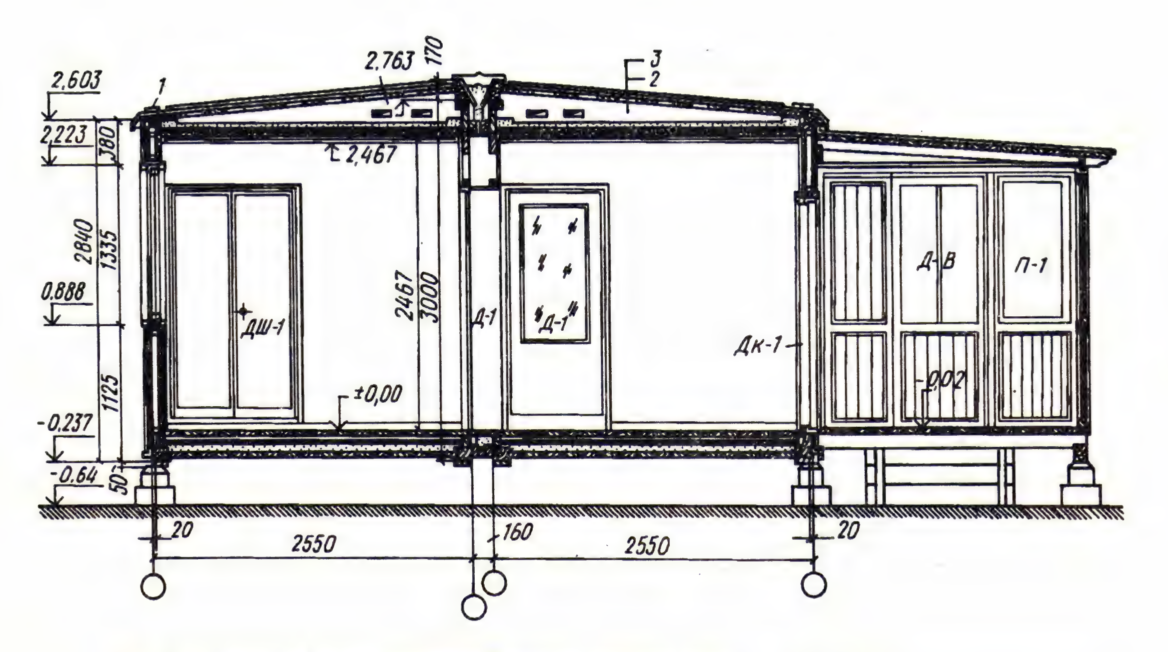
2.20. Наружная панель сборного здания конструкции Гипролеспрома

1, 11 — гвозди; *2, 8* — вкладыши; *4* — фанера ФК; *3, 6, 9* — минераловатные плиты; *5* — пергамин; *7* — фанера ФСФ; *10* — обвязка



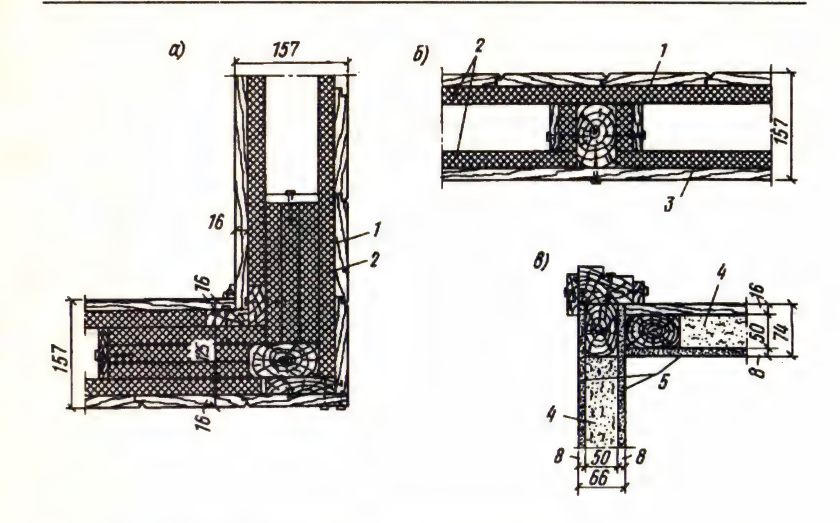
2.21. Чедачная панель сборного здания конструкции Гипролеспрома

1, 3 — минераловатные плиты; *2* — пергамин; *4* — фанера ФК; *5, 7* — гвозди; *6* — вкладыш; *8* — брусок; *9* — балка



2.22. Поперечный разрез объемно-блочного жилого дома

1 — желоб; *2* — разреженный настил из необрезных досок толщиной 25 мм; *3* — кровельное железо с двойными стоячими фальцами



2.23. Детали узлов объемно-блочного дома

а — угловое примыкание стен; *б* — разрез стены; *в* — ограждение санузлов; *1* — бумажная изоляция; *2* — древесно-волокнистая плита; *3* — пергамин; *4* — минераловатные плиты; *5* — асбестоцементные плиты

Объемно-блочный жилой дом состоит из двух одинаковых секций, соединенных непосредственно друг с другом (рис. 2.22). Между секциями по контуру стен укладывают жесткие звукоизоляционные прокладки. Блоки имеют жесткий каркас из угловой стали 50x50 мм, в который закладывают деревянные бруски, усиливающие жесткость и служащие основой для крепления наружной и внутренней обшивки.

Наружную обшивку выполняют из шпунтованных досок толщиной 16 мм, внутреннюю — из сухой гипсовой штукатурки или твердых древесно-волокнистых плит. Утеплитель — минераловатные плиты толщиной 50 мм или изоляционные древесноволокнистые плиты (рис. 2.23). Полы — из досок толщиной 28—36 мм. Кровля — стальная из листов толщиной 0,8 мм. Размеры блока 881x2730x3200 мм, масса 8 т. На строительство поставляют блоки полной заводской готовности.

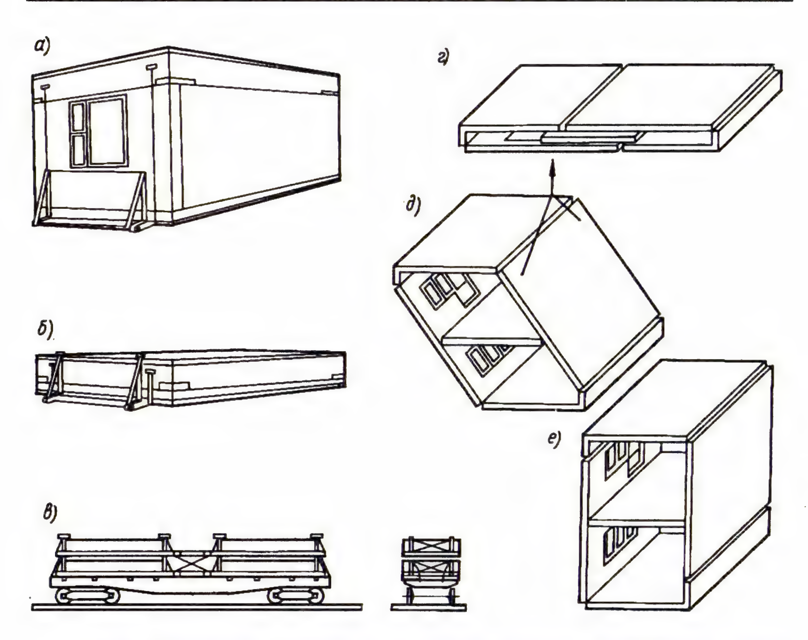
Основные показатели двухбалочного жилого дома: полезная площадь (без веранды) — 42,06 м^2; жилая площадь 30,26 м^2; площадь веранды 5,6 м^2; полезный объем 144,6 м^3. Расход материалов указан в табл. 2.8.

6–561

2.8. Расход основных материалов на изготовление 1 м² полезной площади сборных жилых домов

Сборный дом	Полезная площадь, м²	Материалы					
		пиломатериалы, м³	древесно-волокнистые плиты изоляционные, м³	древесные плиты отделочные	минераловатные плиты (войлок), м³	металл, кг	масляная краска, кг
Одноэтажный панельный со свободной планировкой	66,55	0,4	–	3,88	0,15	36	–
Одноэтажный блочный	38–42	0,44	0,17	–	0,2	39,3–42,4	1,1
Двухэтажный блочный	188	0,14	0,11	0,38/5,1*	0,3	68,3	–

* Слева от черты – древесно-волокнистые плиты, справа от черты – древесно-стружечные.



2.24. Схемы пакетируемых объемно-блочных деревянных домов (*а—в* — сборно-разборных типа «блок-пакет»; *г—е* — складывающихся)

а, *е* — общий вид блока; *б*, *г* — блок. сложенный в пакет; *в* — транспортирование блок-пакетов; *д* — монтаж складывающегося пакета

Перспективно производство сборных деревянных домов из складывающихся объемных блоков. Изготовляют блок-пакеты (рис. 2.24, *а*, *б*), включающие комплект несущих и ограждающих конструкций панельного типа, из которых собирается крупнопанельное бескаркасное сборно-разборное здание. Набор блок-пакетов нескольких типов позволяет сооружать здания различного назначения. Габариты блок-пакетов предусматривают возможность их перевозки автомобильным и железнодорожным (рис. 2.24, *в*) транспортом.

По другому варианту объемный блок, складывающийся при транспортировании в плоский пакет (рис. 2.24, *г*) состоит из двух панелей стен высотой на два этажа, цокольной панели с выступающим ребром и панели перекрытия (рис. 2.24, *д*, *е*). Панели, соединенные при помощи шарниров, при складывании блока в пакет поворачиваются относительно цоколя. В сложен-

ном положении объем блока в 4—5 раз меньше, чем в развернутом виде, его можно перевозить автомобильным и железнодорожным транспортом, монтировать при помощи простейших механизмов — лебедок, талей и др. Устойчивость развернутого блока обеспечивается приставными панелями поперечных стен, которые одновременно являются диафрагмами жесткости.

Из объемных блоков монтируют здания различного назначения. Объемные блоки собирают из панелей на деревянном каркасе. Основанием служит стальная сварная рама. Теплоизоляционный материал в панелях — пенополистирольный самозатухающий пенопласт ПСБ-С. Панели стен снаружи обшиты фрезерованными досками толщиной 13 мм по слою твердой древесно-волокнистой плиты. Внутренние поверхности панелей облицовывают двумя слоями твердой древесно-волокнистой плиты толщиной по 4 мм. Панель покрытия сверху облицована оцинкованной кровельной сталью по дощатому настилу. Готовые объемные элементы транспортируют на трейлере к месту строительства и устанавливают на подготовленный фундамент. Коммуникации подсоединяют к общим сетям.

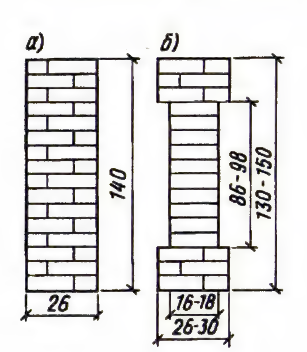
Жилые дома их объемных элементов имеют расчетный срок службы до 20 лет при 4—5-кратной оборачиваемости и предназначены для временных поселков.

В типовых проектах института СибЗНИИЭП использовано новое техническое решение: в блоках отсутствует одна продольная стена, что позволяет монтировать здания с одинарными межкомнатными (межблочными) стенами и создавать помещения большой площади. Из таких блоков компонуют усадебные дома, школьные здания, детские сады, клубы, поликлиники, т.е. весь необходимый набор объектов соцкультбыта для поселкового строительства. Габариты блоков позволяют перевозить их любыми видами транспорта: железнодорожным, автомобильным, водным, воздушным.

Глава 3. СПЕЦИАЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

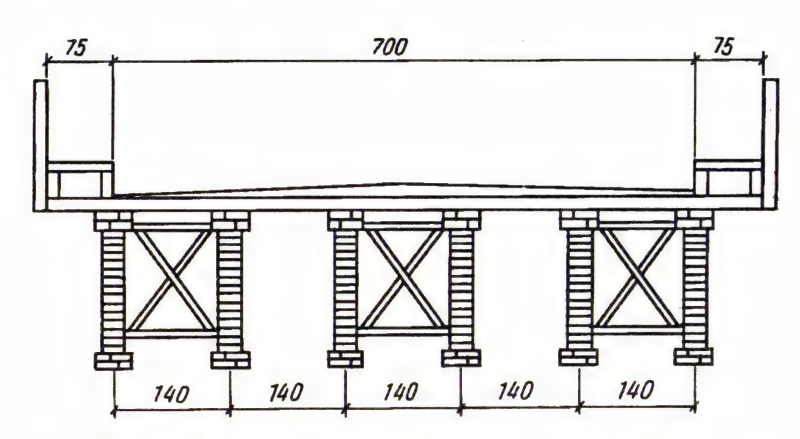
3.1. ПРОЛЕТНЫЕ СТРОЕНИЯ МАЛЫХ МОСТОВ

Пролетные строения с клееными балками имеют прямоугольное и двутавровое сечения (рис. 3.1), применяются для перекрытия пролетов менее 20 м. В пролетном строении балки устанавливают рядами на расстоянии 1,4—2,3 м, скрепляют поперечными связями и покрывают ездовым полотном из деревоплиты или железобетона с асфальтовым покрытием (рис. 3.2). Совместная работа балок обеспечивается поперечными связями и жесткой конструкцией проезжей части.

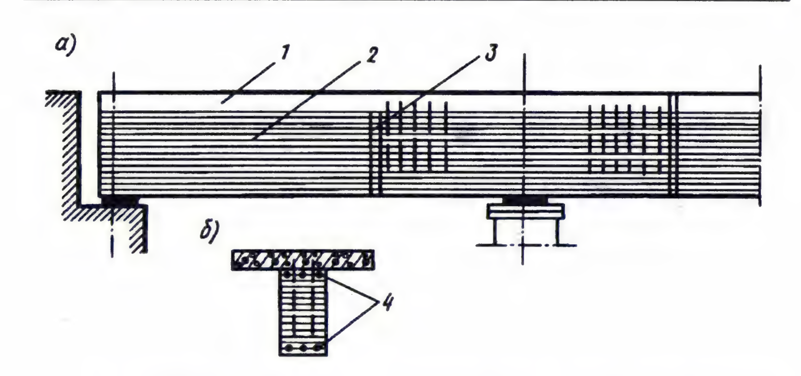


3.1. Поперечное сечение клееных мостовых балок

а — прямоугольное; *б* — двутавровое



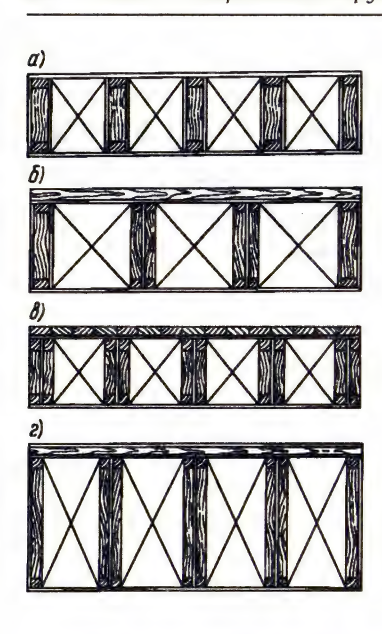
3.2. Устройство автодорожного моста с клееными пролетными строениями двутаврового сечения



3.3. Неразрезное пролетное строение моста с клееными армированными балками и железобетонной проезжей частью

а — пролетное строение; *б* — поперечное сечение клееной армированной балки; *1* — железобетонная плита; *2* — клееная деревянная балка; *3* — поперечная арматура; *4* — продольная арматура

Для повышения несущей способности и жесткости клееные пролетные строения армируют стальной или стеклопластиковой арматурой. Особенно эффективно армирование в неразрезных системах балочных мостов (рис. 3.3). При таком конструктивном решении удается получить равнопрочное сечение и сохранить высоту балок постоянной по всей длине. Для восприятия скалывающих напряжений балки усиливают на приопорных участках поперечным армированием. Выступающие концы арматуры служат анкерами, обеспечивающими совместную работу пролетных строений и бетонного ездового полотна. При увлажнении древесины поперечная арматура ограничивает свободные деформации разбухания досок пакета, в связи с чем уменьшается вероятность появления трещин при их высыхании. Максимальная масса монтажного элемента моста с клееными балками прямоугольного сечения пролетом 20 м составляет 4,3 т. Это позволяет перевозить конструкции автотранспортом общего пользования, а для монтажа применять легкие автокраны. Еще легче клееные фанерные пролетные строения: масса одного монтажного элемента с балками длиной 20 м составляет 2,1 т. Для балок используют профилированную фанеру в виде уголков и швеллеров, из которых образуются двутавровое и коробчатое сечения. Применяют водостойкую многослойную фанеру, фанерные плиты, а также бакелизированную фанеру,



3.4. Коробчатые блоки клееных фанерных пролетных строений мостов

а — с одиночными продольными ребрами и однослойным фанерным верхним поясом; *б* — с одиночными и парными продольными ребрами и двухслойным верхним поясом с поперечным расположением досок; *в* — с парными продольными ребрами и двухслойным верхним поясом с продольным расположением досок; *г* — с одиночными и парными продольными ребрами и трехслойным дощато-фанерным верхним поясом

отличающуюся высокими физико-механическими свойствами. При помощи специальных монтажных элементов балки объединяют в коробчатую конструкцию (рис. 3.4), обладающую высокой жесткостью и несущей способностью. Верхний пояс, усиленный дощатым настилом, воспринимает местный изгиб. Поперечная жесткость балок пролетного строения обеспечивается фанерными диафрагмами.

В зависимости от конструкции верхнего пояса и длины балок высота коробчатого блока колеблется от 1/12 до 1/18 расчетного пролета. Верхний пояс балок для мостов пролетом до 5 м делают однослойным из фанерных плит. Двухслойный пояс из досок, приклеенных к фанерному поясу, применяют при пролете мостов до 30 м. Трехслойный верхний пояс, состоящий из слоя досок, обклеенных с двух сторон фанерой, рекомендуется для мостов пролетом свыше 30 м. Доски верхнего пояса, служащего в данном случае и проезжей частью моста, могут иметь продольное и поперечное расположение.

Продольные фанерные балки коробчатого блока располагают рядами на расстоянии 30 толщин фанерных поясов. Это обеспечивает равномерную загруженность поясов на всей ширине блока. Кроме того, относительно небольшие расстояния

между продольными балками облегчают работу верхнего пояса блока на местный изгиб под колесной нагрузкой. Стенки коробчатых блоков, высота которых не превышает 40 см, могут быть изготовлены из досок или клееных брусков. Применение клееных брусков предотвращает появление продольных усушечных трещин, уменьшающих несущую способность клееного блока.

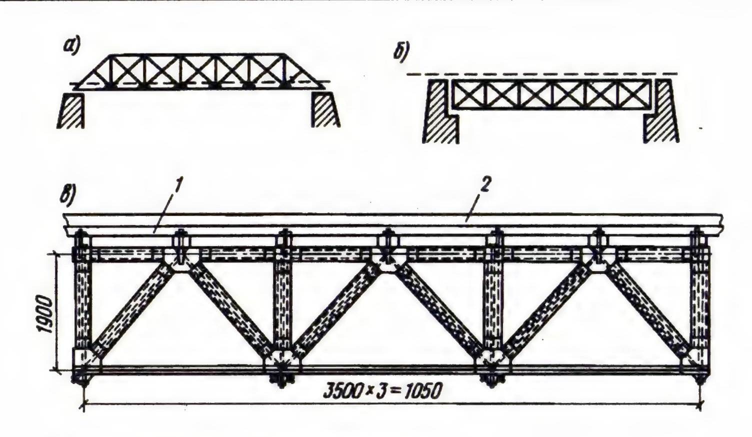
Поперечные связи коробчатых мостовых блоков, представляющие собой дощатые или фанерные диафрагмы, присоединяют к стенкам балок и поясным фанерным листам с помощью парных брусков. Их сечение определяется толщиной соединяемых поясных элементов. Фанерная диафрагма должна иметь толщину, не превышающую 1/65 наименьшего размера стороны контура диафрагмы, но не менее 7 мм. Ширина дощатых диафрагм — не менее 15 см. Если коробчатый блок невозможно изготовить целиком, его компонуют из нескольких узких блоков.

Мостовые решетчатые фермы из фанерных труб применяют в конструкциях мостов при пролетах до 30 м. Такие фермы менее трудоемки по сравнению с клеефанерными блоками, однако стоимость их монтажа несколько больше, так как фермы объединяются в блоки только на строительной площадке. Высота ферм принимается 1/8—1/10 расчетного пролета. Фанерные трубы имеют длину около 1,6 м, поэтому отпадает необходимость стыковки между узлами.

Сопряжения в узлах ферм выполняют при помощи специальных вкладышей, изготовленных из древесно-слоистого пластика или нескольких слоев толстой фанеры. Узловой вкладыш имеет по концам конические выступы с уклоном 1:10, которые вклеивают в обработанные на конус концы фанерных труб. При этом, чтобы предупредить ослабление поясов фермы, конические выступы делают длиннее, чем участки труб, обработанные на конус.

Элементы решетки присоединяют к узлам при помощи металлических проушин, которые вклеивают внутрь концевой бобышки либо выпускают из специальных металлических вкладышей, заменяющих концевую бобышку. Можно также присоединять элементы решетки с помощью металлических тяжей, пропускаемых внутри фанерных труб.

Мосты из клееных ферм и арок. При пролетах до 60 м применяют сквозные фермы с клееными деревянными элементами в поясах и решетке и металлическими нижними поясами и креплениями (рис. 3.5). В условиях пересеченной местности,



3.5. Сквозные пролетные строения

а, *б* — схемы устройства с ездой понизу и поверху; *в* — монтажный элемент фанерно-металлического моста пролетом 21 м; *1* — доски настила; *2* — колесоотбойник

над впадинами в ущельях возводят мосты с арочными пролетными строениями. Клееные арки из досок доставляют к месту строительства расчлененными на несколько частей, которые затем жестко скрепляют накладками на болтах. Опорные части арок выполняют шарнирно-поворотными на бетонных подушках.

При использовании индустриальных деревянных конструкций, обработанных защитными средствами на заводе, срок службы мостов увеличивается до 40—50 лет.

Деревянные опоры и проезжая часть (ездовое полотно) малых мостов. Проезжая часть представляет собой одиночный или двойной настил из досок толщиной 40—60 мм, уложенных в продольном или поперечном направлении. Продольный настил наиболее предпочтителен, поскольку на его ремонт расходуется меньше древесины. Верхний ряд досок защищают от износа устройствами, распределяющими усилия от нагрузки на большую площадь, а сами доски пропитывают гидрофобными составами.

Наиболее надежна конструкция ездового полотна в виде плиты из досок или брусков, выступающих из плоскости. По выступам укладывают асфальтовое покрытие или бетон. Для более полного включения в работу бетонной плиты в настил вбивают заостренные металлические пластины, выступающие

на 12—15 мм. Для увеличения срока службы доски или бруски настила должны быть пропитаны маслянистыми антисептиками.

Опоры малых деревянных мостов различны по конструктивному решению. Для небольших мостов пролетом 4—8 м возводят только береговые опоры. Для промежуточных опор вбивают сваи или делают рамные конструкции из бревен на каменных фундаментах. Расход материалов на пролетные строения различных конструкций указан в табл. 3.1.

3.1. Расход основных материалов на пролетные строения мостов

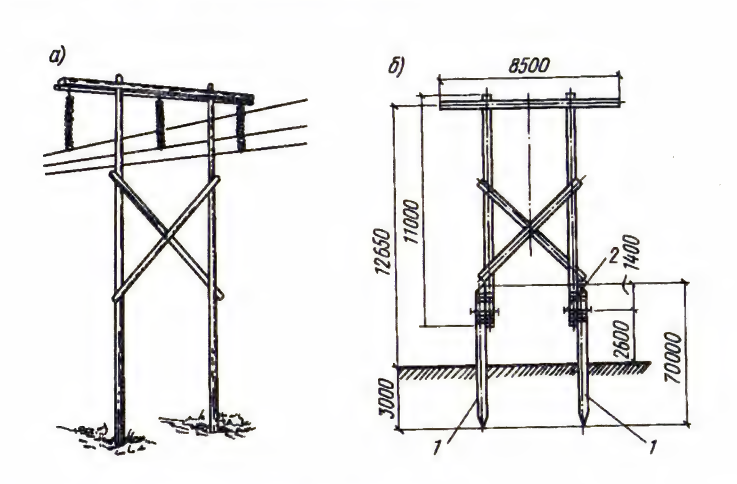
Вид пролетного строения	Пролет, м	Расход			
		лесоматериалов, м^3	бакелизированной фанеры, м^3	металла, т	клея, т
Ферма дощато-гвоздевая с параллельными поясами	15	72,5	–	2,1	–
	20	93,1	–	2,8	–
	30	183,6	–	5,2	–
Балка:					
двутавровая дощатая клееная	10	25,7	–	0,2	2,3
	15	46,6	–	0,3	4,2
	20	70,5	–	0,4	6,5
	30	118,1	–	0,4	10
двутавровая клееная с фанерной стенкой	10	20,8	2,1	0,2	2
	15	30,6	3,1	0,3	3
	20	40,7	3,9	0,4	4
клееная коробчатого сечения с фанерными стенками	10	13,2	4,13	1,25	1,5
	15	27,4	8,15	2,8	2,5
	20	37	9,9	3,15	3,2
клееная коробчатого сечения из досок	10	44	–	0,6	4,2
	15	64	–	0,9	6
	20	92,4	–	1,2	9
Ферма Гау-Журавского с ездой поверху	20	118	–	4,3	–
	30	163	–	7,4	–

3.2. ОПОРЫ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ И СВЯЗИ

Деревянные опоры линий электропередач и связи имеют преимущества по сравнению со стальными и железобетонными: они дешевле; менее трудоемки в изготовлении и монтаже; транспортабельны; надежны в работе, особенно при сильном ветре, снегопадах и гололеде; могут быть изготовлены в построечных и заводских условиях; более экономичны по капитальны-

ми вложениям. Деревянные опоры применяют для линий электропередач напряжением не выше 70 кВ (как исключение — до 225 кВ). Для предотвращения загнивания и возгорания (от ударов молнии, коротких замыканий и т.п.) древесину опор обязательно обрабатывают антисептиками и антипиренами, не проводящими электрического тока. Для опор эффективно использовать древесину, модифицированную полимерами, которые обладают комплексным защитным действием.

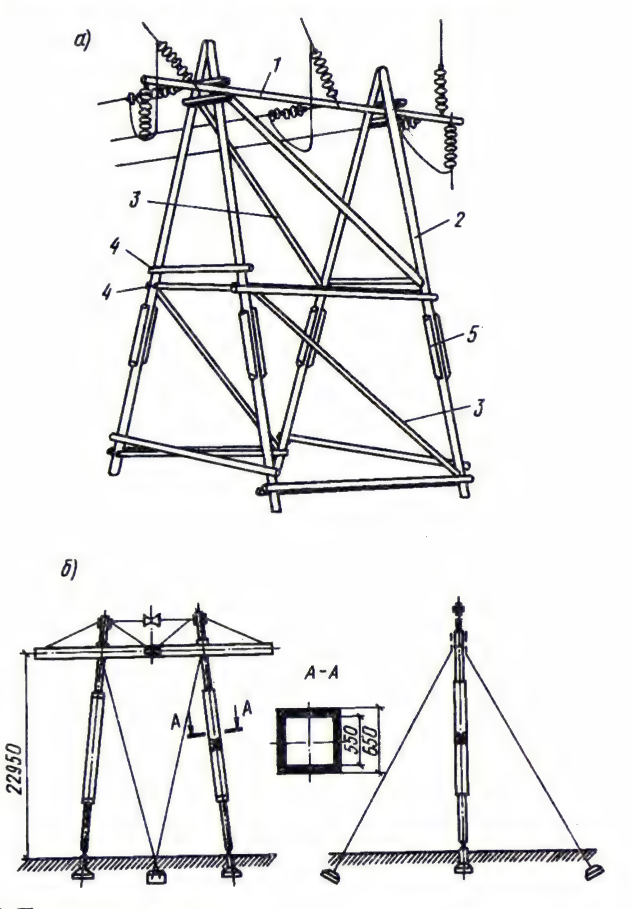
Одностоечные, многостоечные и П-образные опоры электропередач. Одностоечная опора делается для линий 0,4—20 кВ, а при легких проводах — до 35 кВ. Опоры изготовляют из древесины сосны, пропитанной комбинированными составами антисептиков и антипиренов, и древесины лиственницы зимней рубки, не требующей пропитки. Элементы опор выполняют из круглых бревен длиной не более 13 м, срощенных на ус по длине фанерных труб, клееных брусьев. П-образные опоры (рис. 3.6) делают высотой 15—16 м для линий электропередач напряжением 35—110 кВ и 17-18 м для линий напряжением 220 кВ. Ноги опор — составные из деревянных пасынков длиной 6,5 м и стоек длиной 11—13 м. Применение железобетонных пасынков не рекомендуется.



3.6. П-образные опоры из бревен

а — цельностоечные; *б* — на пасынках; *1* — пасынки; *2* — стяжки (бандаж)

Деревянные пасынки крепят к опорам бандажами из стальной проволоки диаметром 4—6 мм. Другие элементы соединяют болтами и металлическими тяжами и скобами. Врубки нежелательны из-за ослабления рабочих сечений элементов и опасности загнивания древесины. Из бревен длиной 18 м можно изготовлять цельностоечные опоры. Для линии высокого напряжения применяют трех- и четырехстоечные опоры.



3.7. Портальные опоры

а — анкерно-угловая опора из бревен; *б* — промежуточная из клееной древесины; *1* — траверса; *2* — ноги; *3* — раскосы; *4* — поперечина; *5* — накладки

Портальные анкерно-угловые опоры (рис. 3.7) состоят из двух А-образных ферм. Ноги опоры — составные;. в верхней части стоек делают затеску для их соединения. Внутрь угла, образованного стойками, вставляют траверсу, прикрепляемую к стойкам деревянными подтраверсными брусьями. В плоскости портала обе фермы связаны раскосами, воспринимающими растягивающие усилия от ветровой нагрузки и от массы самих проводов (на угловых опорах). Фермы также связаны четырьмя поперечными схватками, каждая из которых состоит из двух элементов. К стойкам и пасынкам раскосы присоединяют специальными металлическими деталями. Поперечины крепят сквозными болтами.

В плоскости А-образных ферм стойки связаны между собой двумя горизонтальными поперечинами из одиночных бревен. Для закрепления опор в грунте используют систему ригелей. Опоры рассчитывают на нагрузки: горизонтальные (ветровые собственно на опору и ветровые на провода и канаты) и вертикальные (собственный вес опор, вес проводов, канатов, электротехнического оборудования, нагрузка от снега или льда).

Клееные опоры. При изготовлении опор электропередач и связей из клееных элементов допускается использовать тонкомерную древесину. Такие опоры по прочности превосходят конструкции из массивной древесины и служат не менее 30 лет в линиях электропередач напряжением 7,2—34,5 кВ. Элементы клееных опор изготовляют в заводских условиях на механизированных линиях. Доски, идущие на изготовление клееных опор, проверяют на прочность неразрушающим способом; наиболее прочные из них укладывают в зоны клееных элементов, подверженные значительному нагружению.

3.3. МОБИЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ

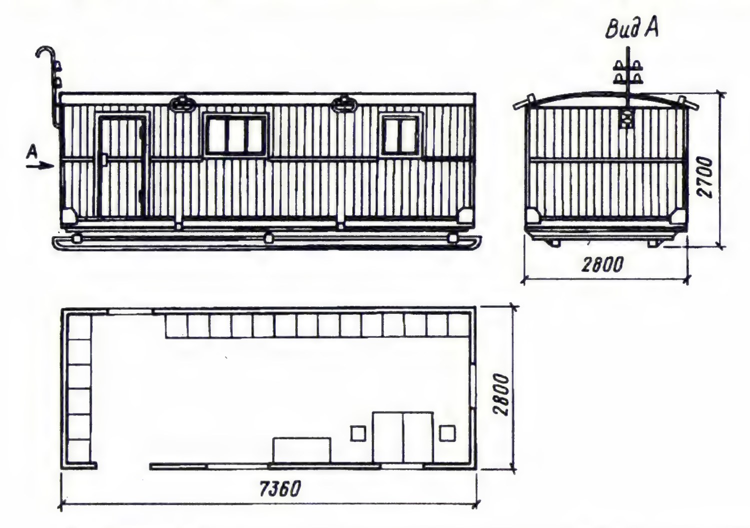
Деревянные мобильные здания служат для размещения объектов производственного, складского, культурно-бытового назначения, необходимых для нормальной производственной деятельности строительно-монтажных, геолого-разведочных и других организаций. Мобильные (инвентарные) здания (ГОСТ 25957—83) подразделяют на контейнерные и сборно-разборные. К контейнерным относят здания из одиночных или сблокированных объемных элементов. Сборно-разборные зда-

ния монтируют из отдельных простых или усложненных элементов (балок, стоек, рам, панелей). Мобильные здания сооружают в основном из деталей заводского изготовления на металлических креплениях и с металлическим, деревянным или комбинированным каркасом.

Мобильные здания панельно-блочной конструкции позволяют сократить расход материалов и снизить трудоемкость изготовления домов. Из контейнерных блоков компонуют четырехквартирные одноэтажные, восьмиквартирные двухэтажные дома-общежития и здания соцкультбыта. В этих зданиях панели выполняют несущую и ограждающую функции.

Мобильные здания контейнерного типа собирают из жестких пространственных конструкций. Не имея собственной ходовой части, они приблизительно на 10% легче и на 10—20% дешевле передвижных домов. Контейнерные здания требуют применения кранового оборудования для погрузки и разгрузки при перевозке с одного места на другое. В пределах строительной площадки их перемещают на полозьях или санях тракторами; на средние расстояния перевозят прицепами и автотягачами, а на большие — железнодорожными платформами.

Объемно-планировочное решение зданий контейнерного типа (рис. 3.8) определяется условиями их транспортирования,



3.8. Общий вид и план временного здания контейнерного типа (конторы прораба)

так как поперечное сечение должно вписываться в автомобильные и железнодорожные габариты. Длина контейнеров также определяется возможностью их транспортирования по улицам города и не должна превышать 11 м. В зависимости от вида расчетно-конструктивной схемы и связанного с ней способа изготовления контейнеры могут быть каркасными, панельными и смешанной конструкции. В некоторых случаях контейнеры могут блокироваться по ширине и длине.

В каркасных контейнерных зданиях к каркасу крепят обшивки, между которыми укладывают блоки утеплителя (чаще из пенопласта), или навешивают готовые панели. В панельных контейнерных зданиях соединяют шесть отдельно изготовленных панелей в единую пространственную конструкцию. Контейнеры подобного типа наиболее эффективны. Контейнеры смешанной конструкции имеют каркасное и частично панельное решение (складывающиеся панели на петлях, объемные блоки и др.). Блокируемые контейнеры имеют съемные части стены и вставки для получения при блокировке объединенной площади, свободной от ограждающих конструкций. Их применяют главным образом для объектов производственного назначения. Одиночные контейнерные здания площадью 12—25 м^2 имеют преимущественно административное, санитарно-бытовое и складское назначение; кроме того, их используют как жилые дома.

Примером здания контейнерного типа является блок КСО-1 (контейнер сборной одиночный), представляющий собой унифицированную типовую секцию для устройства временных зданий и сооружений. Блок КСО-1 может выполнять функции жилого помещения, но чаще используется для санитарно-бытовых нужд на стройплощадке. Блок-контейнер имеет площадь 14,45 м^2, размеры 6000х2700х3051 мм, массу 4,4 т. Его собирают из шести панелей с каркасом из деревянных брусьев. Основанием служит стальная опорная рама. Наружная обшивка — строганые доски, внутренняя — древесно-волокнистые плиты, покрытые эмалью. Жесткость узлов обеспечивается связями из стальных уголков. Утеплитель — древесно-волокнистая плита.

Временные здания передвижного типа (автофургоны) состоят из шасси и кузова (ходовая часть). В кузовах имеется жестко закрепленная мебель и технологическое оборудование. Кузов представляет собой гнутоклееный или цельнодеревянный каркас, обшитый листовым материалом — фанерой, декоративным бумажно-слоистым пластиком, твердыми древес-

но-волокнистыми и древесно-стружечными плитами. Пустоты между обшивками заполняют теплоизоляционным материалом. Эта система экономична по расходу материалов.

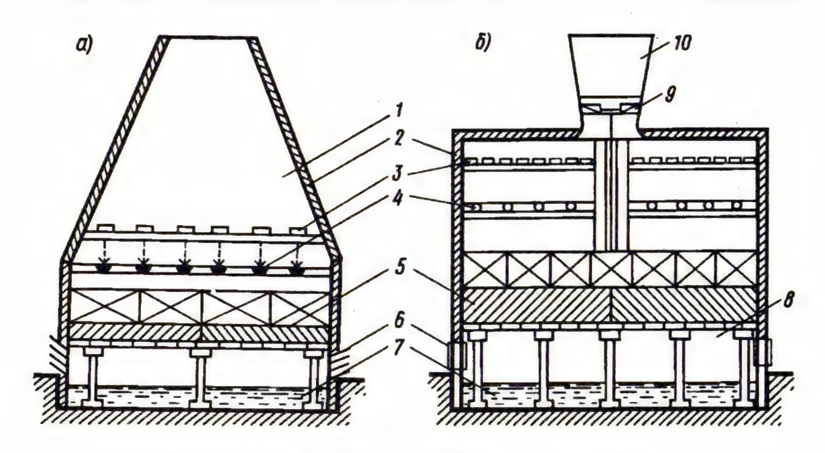
Пример — обогревательный домик ЛВ-56 для бригады из 8 человек. Его полезная площадь 5,6 м^2, габариты 3300x2255x3100 мм, масса с оборудованием 1,8 т. Деревянные бруски каркаса скреплены в углах панелей уголками. Наружная обшивка — тонкая листовая сталь, уложенная по фанере, внутренняя — фанера или твердая древесно-волокнистая плита. Покрытие — из кровельной стали. Теплоизоляция стен, крыши, пола решена в двух вариантах: пенопластом или изоляционной древесно-волокнистой плитой. Домик установлен на сани и оборудован столом с откидной крышкой и ящиком, двумя диванами с откидными сиденьями и ящиками, двумя полками, вешалкой.

Здания передвижного типа могут иметь и панельное решение, особенно эффективное при использовании трехслойных конструкций. В них монолитно соединены (с помощью клея или вспененного среднего слоя) утеплитель из пенопласта, водостойкая фанера, бакелизированная фанера или древесно-слоистые пластики. Собранный и оборудованный кузов устанавливается на металлическую раму (шасси) с подвесками, колесами, поворотным и тормозным устройствами и дышлом, соединяющим автофургон с тягачом.

3.4. КОНСТРУКЦИИ ГРАДИРЕН

В системе оборотного водоснабжения тепловых электростанций и промышленных предприятий в качестве охладителей воды используются градирни различных типов. Наиболее распространены башенные и вентиляторные градирни (рис. 3.9). Каркас башенных градирен, несущие конструкции оросителей, водораспределительное устройство, водоуловители и обшивку выполняют из древесины, что обусловлено ее высокой стойкостью при эксплуатации во влажной среде и простотой монтажа конструкций.

Деревянные каркасы градирен представляют собой систему стоек, связанных между собой продольными и поперечными парными схватками, раскосами и горизонтальными связями. Элементы каркаса скрепляют болтами. Для изготовления



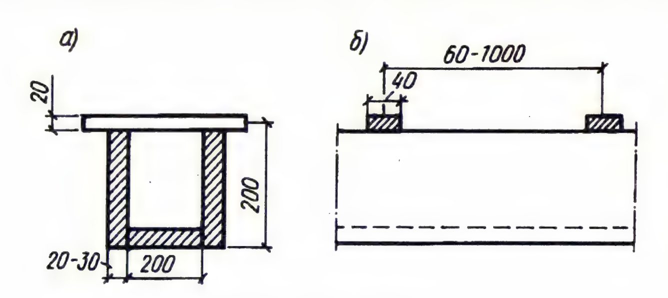
3.9. Башенная (*а*) и вентиляторная (*б*) градирни

1 — башни; *2* — обшивка; *3* — водоуловитель; *4* — водораспределитель; *5* — ороситель; *6* — окно для входа воздуха; *7* — резервуар охлажденной воды; *8* — воздухораспределитель; *9* — вентилятор; *10* — диффузор

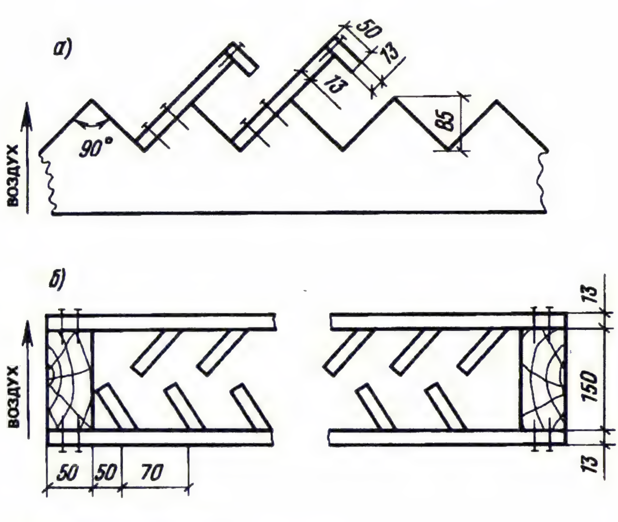
каркаса используют сосновые брусья сечением до 20x20 см длиной 8—10 м. Башня градирен может быть выполнена в виде оболочки из двух перекрестно расположенных слоев досок, с каркасом из брусьев или сетчатым каркасом из досок.

Обшивка градирен — из деревянных щитов, шпунтованных досок, асбестоцементных листов, стеклопластика. Наиболее экономичны деревянные детали обшивки, которые при антисептировании или модифицировании могут служить без ремонта 20—25 лет.

Водораспределительное и оросительное устройства представляют собой каркас из стоек, балок, подкосов и схваток, скрепленных болтами. Сечение деревянных элементов до 13x20 см, длина 7—8 м. Древесину для конструкций антисептируют. Водораспределительное устройство располагается в верхней части градирни и служит для равномерного распределения воды по всей площади оросителя. Оно состоит из лотков (рис. 3.10), расположенных с некоторым наклоном от центра градирни к ее периферийной части, по которым стекает охлаждаемая вода. Через специальные отверстия в лотках вода падает на установленные ниже фарфоровые чашечки определенной формы и разбрызгивается мелкими каплями по площади ороси-



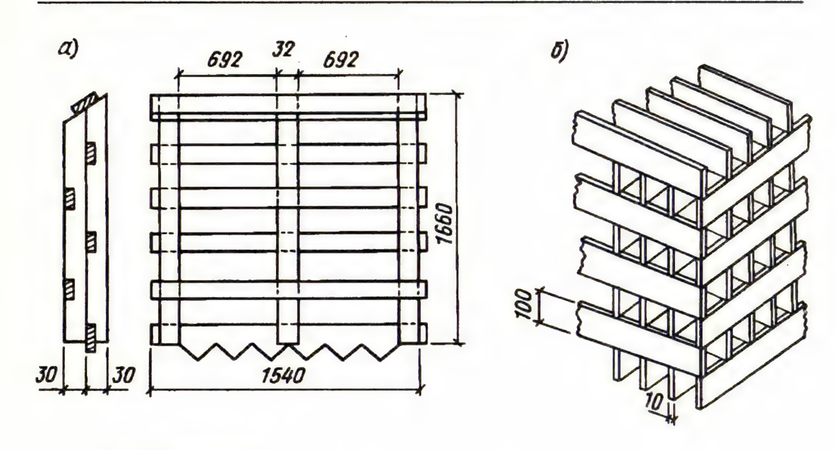
3.10. Водораспределительный лоток
а — поперечное сечение; *б* — расстановка планок



3.11. Водоуловитель
а — однорядный; *б* — двухрядный

теля. Лотки изготовляют из антисептированных досок толщиной 20—30 мм.

Выше водораспределителя устанавливается водоуловительное устройство (рис. 3.11), не допускающее уноса с потоком воздуха частиц разбрызгиваемой воды. Оно состоит из одного или двух рядов деревянных планок, расположенных под углом к воздушному потоку. Оросительное устройство служит для увеличения площади контакта воды с воздухом с целью достижения



3.12. Оросители
а — капельно-пленочный; *б* — пленочный

максимального охлаждающего эффекта. Оросители (рис. 3.12) изготовляют из древесины хвойных пород, асбестоцемента, пластмасс, металла. Лучшим материалом считается древесина благодаря простоте обработки, сборки, ремонта. Кроме того, древесина лучше смачивается водой и более долговечна. В систему оросителя входят каркас, щиты, рейки, древесину которых для продления срока службы пропитывают невымываемыми антисептиками. Наиболее эффективно применение модифицированной древесины, срок службы которой в 3—4 раза продолжительнее срока службы натуральной.

Глава 4. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДЕРЕВЯННЫХ И КОМБИНИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

4.1. КРУГЛЫЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛЫ

Круглые лесоматериалы подразделяют на мелкие, средние и крупные. К мелким относят лесоматериалы толщиной 6—13 см, к средним — толщиной 14—24 см, к крупным — 26 см и более. Круглые лесоматериалы изготовляют из комлевой, срединной и вершинной части ствола. Их длина 4 м и более. Толстые короткие лесоматериалы (длиной 2—2,5 м), преимущественно лиственных пород, предназначенные для выработки фанеры, спичек, тары, шпал и др., называют кряжами.

По качеству древесины круглые лесоматериалы делят на три сорта (1, 2, 3-й). Качество лесоматериалов зависит главным образом от содержания сучков, гнили, трещин. В лесоматериалах всех сортов допускаются такие пороки, как закомелистость, сбежистость, свилеватость, крень, обдир коры, карры, закрытая прорость, водослой, засмолок, смоляные кармашки, а также химические окраски. Наружная трухлявая гниль не допускается ни в одном сорте лесоматериалов.

По видам использования лесоматериалы подразделяют на четыре группы. В *первую группу* входят лесоматериалы для распиловки и строгания. Из них вырабатывают пиломатериалы для строительства, машиностроения, судостроения, вырезают шпалы и брусья для железнодорожного пути, выпиливают заготовки для тары, изготовляют строганый шпон. На выработку строительных пиломатериалов из древесины хвойных пород — сосны, ели, пихты, лиственницы, кедра — идут бревна 1—3-го сортов толщиной не менее 14 см и длиной 3—6,5 м. Для выработки пиломатериалов из лиственных пород (за исключением дуба, бука, ясеня, клена, граба) могут быть использованы бревна 1—3-го сортов длиной 1 м и более. Строганый шпон вырабатывают из древесины сосны, кедра, лиственницы 1-го и 2-го сортов толщиной не менее 32 см и длиной не менее 2,5 м, а также из древесины лиственных пород, используя чураки 1-го и 2-го сортов длиной не менее 1,5 м и толщиной 24 см и более.

Во *вторую группу* входят лесоматериалы для изготовления лущеного шпона. Заготовляемые для этого короткие отрезки

4.1. Лесоматериалы, применяемые в круглом виде

Назначение	Сорт	Длина, м	Градация по длине, м	Толщина, см	Порода древесины
			Хвойные породы		
Для мачт	1; 2	4–12	0,5	16 и более	Сосна, ель, лиственница, пихта европейская и кавказская
Для свай, гидротехнических сооружений и элементов мостов	2	6,5; 8,5	–	22–34	То же
Для опор линий связи	1; 2	2,75; 3,25; 3,5; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7,5; 8,5; 9,5; 11; 13	–	14–24	–"–
Для опор линий электропередач напряжением, кВ:					
35 кВ и более	1; 2		По особому заказу		Сосна, лиственница
ниже 35 кВ	1; 2	4,4;	–	20–26	Сосна, лиственница, ель, пихта
		6,5–9,5;	1	16–22	
		11; 13	–	16–20	
Для строительства	1; 2	3–6,5	0,5	14–24	То же
Для вспомогательных и временных сооружений	2	3–6,5	0,5	6–13	Сосна, ель, пихта, лиственница, кедр
			Лиственные породы		
Для строительства	2	4–6,5	0,5	18–24	Все породы
Для вспомогательных и временных сооружений (подтоварник)	2	Не менее 3	0,25	8–11	То же

бревен длиной 1,3—2,5 м и толщиной не менее 18 см называют чураками. На выработку лущеного шпона хвойных пород идет древесина кедра, сосны, лиственницы, ели и пихты 1-го и 2-го сортов.

Из лиственных пород для производства шпона подходит древесина дуба, клена, ясеня, ильма, бука, граба, березы, ольхи, осины, тополя, липы 1-го и 2-го сортов. Длина чураков для лущения 1,3; 1,6; 1,91; 2,23; 2,54 и кратная им.

В *третью группу* входят круглые лесоматериалы, перерабатываемые на целлюлозу, картон, бумагу, пластические массы и органические соединения.

Четвертую группу образуют лесоматериалы, используемые в круглом виде. В зависимости от назначения к ним предъявляют ряд требований по сортности, породе, размерам (табл. 4.1). В лесоматериалах толщиной 8—13 см для устройства мачт не допускаются сучки размером более 2 см, а кривизна может быть не более 1%. В лесоматериалах для опор линий связи и электропередач сучки допускаются любых размеров, а кривизна не должна превышать 5%. Во всех круглых лесоматериалах для строительства не допускаются гниль и табачные сучки.

4.2. ПИЛОМАТЕРИАЛЫ

При раскрое бревен получают пиломатериалы различного вида и размеров. Их изготовляют из древесины хвойных пород (сосны, ели, лиственницы, пихты, кедра) и лиственных пород — дуба, ясеня, бука, клена, граба, вяза, ильма, березы, ольхи, осины, тополя, липы. Большинство пиломатериалов (доски, пластины, шпалы) имеют ширину поперечного сечения более двойной толщины; исключение составляют бруски. По толщин пиломатериалы хвойных пород подразделяют на тонкие (до 32 мм включительно) и толстые (40 мм и более). Пиломатериалы лиственных пород толщиной от 35 см и более считают толстыми. Брусья хвойных пород имеют толщину и ширину более 100 мм.

По характеру обработки различают пиломатериалы обрезные, необрезные и односторонние обрезные.

Пиломатериалы из твердых лиственных пород изготовляют длиной 0,5—6,5 м с градацией 0,1 м; из мягких лиственных пород и березы — длиной 0,5—2 м с градацией 0,1 м, а при длине 2—

6,5 м — с градацией 0,25 м. Лиственные пиломатериалы имеют толщину 19, 22, 25, 32, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100 мм, ширину (обрезные) 60, 70, 80, 90, 100, 110, 130, 150,180, 200 мм. Длина хвойных пиломатериалов 1—6,5 м с градацией 0,25 м, для экспорта — 0,9—6,3 м с градацией 0,3 м. Пиломатериалы длиной свыше 6,5 м изготовляют по специальному заказу.

Номинальные толщина и ширина пиломатериалов (табл. 4.2) установлены для древесины влажностью 20%. Пиломатериалы из древесины с большей или меньшей влажностью должны иметь толщину и ширину более или менее номинальных размеров с учетом усушки. Предельно допустимые отклонения размеров от номинальных, мм: по длине +50; —25, по толщине при размерах до 32 мм +1; свыше 32 мм +2; по ширине при размерах до 100 мм +2; свыше 100 мм +3. Объем обрезных пиломатериалов подсчитывают с точностью до 1%.

По качеству древесины пиломатериалы лиственных пород разделяют на три сорта (1; 2; 3-й), а хвойных — на пять (отборный; 1; 2; 3; 4-й). Сорт зависит от содержания сучков, гнили, трещин, пороков роста и червоточин, а также от точности распиловки, чистоты обработки и степени покоробленности сортаментов.

В условном обозначении пиломатериалов первая цифра указывает сорт, далее идет вид или порода древесины, за ними

4.2. Номинальные толщина и ширина пиломатериалов хвойных пород, мм

Толщина	Ширина								
16	75	100	125	150	–	–	–	–	–
19	75	100	125	150	175	–	–	–	–
22	75	100	125	150	175	200	225	–	–
25	75	100	125	150	175	200	225	250	275
32	75	100	125	150	175	200	225	250	275
40	75	100	125	150	175	200	225	250	275
44	75	100	125	150	175	200	225	250	275
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
60	75	100	125	150	175	200	225	250	275
75	75	100	125	150	175	200	225	250	275
100	–	100	125	150	175	200	225	250	275
125	–	–	125	150	175	200	225	250	–
150	–	–	–	150	175	200	225	250	–
175	–	–	–	–	175	200	225	250	–
200	–	–	–	–	–	200	225	250	–
250	–	–	–	–	–	–	–	250	–

— размеры поперечного сечения или толщина (для необрезных пиломатериалов). Например: доска-2-сосна-32x100; доска-2-хв.-32.

Размеры пиломатериалов контролируют после определения влажности. Длину пиломатериалов и заготовок измеряют по наименьшему расстоянию между торцами, ширину обрезных пиломатериалов — в любом месте длины, но не ближе 150 мм от торцов. Шириной необрезных пиломатериалов считают размер посередине длины (без учета коры), определенный как полусумма размеров по обеим пластям.

Толщину пиломатериалов и заготовок проверяют в любом месте по длине сортимента, но не ближе 150 мм от торцов. Объем пиломатериалов вычисляют в кубических метрах.

Элементы строительных конструкций, отнесенные к I категории, а также детали окон и дверей, тонкую обшивку стен, доски пола, лестницы и т.п. изготовляют из пиломатериалов 1-го сорта. Для настилов и площадок, толстой обшивки стен, элементов несущих строительных конструкций II категории и строганых деталей согласно ГОСТ 475—78 используют пиломатериалы 2-го сорта.

Пиломатериалы 3-го сорта применяют для изготовления элементов несущих конструкций III категории. Пиломатериалы 4-го сорта используют на вспомогательные нужды в строительстве, для раскроя на мелкие заготовки и для тары.

Элементы несущих и большинства ограждающих конструкций выполняют из пиломатериалов хвойных пород. Пиломатериалы лиственных пород допускается применять в столярных изделиях, опалубке и неответственных сооружениях по техническим указаниям о применении мягколиственной древесины и изделий из нее в строительстве.

4.3. ФАНЕРА И ФАНЕРНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Фанера представляет собой листовой материал, склеенный из трех и более слоев лущеного шпона, и состоит из наружных (лицевого и оборотного) и внутренних слоев. Лицевой слой содержит меньше пороков древесины и дефектов обработки, чем оборотный и внутренние. Фанеру изготовляют из древесины березы, ольхи, ясеня, ильма, дуба, липы, осины, тополя, клена,

ели, сосны, пихты, кедра и лиственницы. Наименование фанеры определяется породой древесины, из которой изготовлены ее наружные слои. При четном числе слоев шпона два средних слоя имеют параллельное направление волокон. Симметрично расположенные слои шпона по толщине фанеры должны быть из древесины одной породы и одинаковой толщины. Для склеивания фанеры применяют фенолформальдегидные, карбамидные и белковые клеи. Вследствие различной стойкости этих клеев к воде и атмосферным факторам различают фанеру повышенной водостойкости (марка ФСФ, клеи фенолформальдегидные), водостойкую (марка ФК, клеи карбамидные) и неводостойкую (марка ФБА, клеи альбуминовые, казеиновые) По степени обработки поверхности различают фанеру шлифованную с одной стороны ($Ш_1$) или с двух ($Ш_2$) и нешлифованную. По содержанию формальдегида фанеру подразделяют на классы эмиссии E1, E2, E3. Класс эмиссии определяется содержанием формальдегида в миллиграммах на 100 г абсолютно сухой массы фанеры. Содержание формальдегида не должно превышать, мг: для класса эмиссии E1 — 10, E2 — 10—30, E3 — 30—60.

По конструкции листа различают фанеру равнослойную, изготовленную из шпона одинаковой толщины, и неравнослойную, изготовленную из шпона разной толщины (обычно внутренние слои толще наружных). Листы шпона располагают так, чтобы направление волокон в смежных слоях было взаимно перпендикулярным. Кроме того, изготовляют фанеру диагональную, у которой волокна рубашек направлены под углом 45° к волокнам серединок, и звездообразную с направлением волокон шпона в соседних слоях под углом 30 или 60°.

Листы фанеры из лиственных пород имеют толщину 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 15; 18 мм и длину (ширину) — 2440; 2136; 1830; 1525; 1220; 725 мм, фанеры из хвойных пород — соответственно 5; 7; 8; 9,5; 12,5; 16, 19 мм и 2440; 2135; 1830; 1525; 1220; 610 мм. Допускаемые отклонения от линейных размеров сторон не более 5 мм. Влажность фанеры должна быть, %: марок ФСФ и ФК в пределах 5—10. Марки ФБА 6—15.

Сорт фанеры определяется качеством лущеного шпона наружных слоев и обозначается сочетанием сортов шпона лицевого и оборотного слоев. Для фанеры из лиственных пород возможны сочетания A/A, A/AB, AB/AB, A/B, AB/B, B/B. A/BB, AB/BB, B/BB, BB/BB, A/C, AB/C, B/C, BB/C, C/C; для фанеры из хвойных пород AX/AX, AX/ABX, ABX/ABX,

4.3. Нормируемые показатели прочности склейки фанеры

Фанера	Предел прочности при скалывании по клеевому шву, МПа, не менее, для фанеры марок		
	ФСФ (после кипячения в воде в течение 1 ч)	ФК (после вымачивания в в воде в течение 24 ч)	ФБА (в сухом состоянии)
Березовая	1,2	1,2	1,2
Ольховая, буковая, ясеневая, кленовая, дубовая	1	1	1
Пихтовая, сосновая, еловая, кедровая и лиственичная	0,9	0,9	–
Липовая, осиновая, тополевая	0,6	0,6	0,6

АХ/ВХ, АВХ/ВХ, ВХ/ВХ, АХ/СХ, АВХ/СХ, ВХ/СХ, СХ/СХ.

Фанера должна быть склеена так, чтобы при сгибании листы не расслаивались. Прочность фанеры проверяется испытанием на скалывание по клеевому шву специально изготовленных образцов. Водостойкость фанеры контролируется увлажнением в воде комнатной температуры в течение 24 ч или в кипящей воде в течение 1 ч с последующим определением предела прочности при скалывании по клеевому шву (табл. 4.3). Фанеру марки ФБА испытывают только в сухом виде.

В строительстве фанеру применяют для изготовления дверей, перегородок, панелей, балок, рам и для опалубки при бетонировании сооружений. Водостойкую фанеру, обладающую высокой прочностью и жесткостью в обоих направлениях, незначительными усадкой и короблением, используют для создания пространственных несущих конструкций.

Облицованная и декоративная фанера. Для отделки помещений изготовляют фанеру, облицованную с одной или двух сторон строганым шпоном из древесины ценных пород с красивой текстурой. Декоративную фанеру получают из фанеры общего назначения, облицованной пленочными покрытиями (иногда в сочетании с декоративной бумагой). В отличие от облицованной фанеры поверхность листов декоративной фане-

ры можно мыть холодной и теплой водой, протирать керосином и другими органическими растворителями.

По виду облицовочных материалов, клеящих и пропиточных смол декоративная фанера подразделяется на следующие марки: ДФ-1 — фанера облицованная бесцветной или окрашенной пленкой на основе мочевиномеламиноформальдегидных смол; ДФ-2 — фанера, облицованная текстурной бумагой и пленкой на основе мочевиномеламиноформальдегидных смол; ДФ-3 — фанера повышенной водостойкости, облицованная бесцветной или окрашенной пленкой на основе меламиноформальдегидных смол, не скрывающей текстуры натуральной древесины; ДФ-4 — фанера повышенной водостойкости, облицованная текстурной бумагой со связующим на основе меламиноформальдегидных смол.

По качеству изготовления декоративная фанера подразделяется на 1-й и 2-й сорта, а по виду отделки лицевых сторон — на глянцевую и полуматовую. При этом отделочная пленка должна быть водо-, тепло- и светостойкой. Толщина листов декоративной фанеры: 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12 мм.

Бакелизированную фанеру изготовляют из березового лущеного шпона, намазанного или пропитанного фенолформальдегидными спирторастворимыми или водорастворимыми смолами. Благодаря пропитке, повышенному давлению при прессовании и более длительной выдержке под давлением фанера получается плотной, прочной, с гладкими поверхностями, покрытыми тонкой пленкой отвердевшей смолы.

Фанера бакелизированная (табл. 4.4) выпускается марок ФБС, $ФБС_1$, ФБС-А, $ФБС_1$-1, ФБВ и $ФБВ_1$. У фанеры марок ФБС и $ФБС_1$ внутренние слои намазываются, а наружные пропитываются (ФБС) и намазываются ($ФБС_1$) спирторастворимыми смолами. У фанеры марок ФБВ, $ФБВ_1$ внутренние слои намазываются водорастворимой смолой, а наружные пропитываются (ФБВ) и намазываются ($ФБВ_1$) водорастворимыми смолами. У фанеры марок ФБС-А и $ФБС_1$-А внутренние и наружные слои намазываются спирторастворимыми смолами. Размеры бакелизированной фанеры: длина 7700, 5700, 5600, 4900, 4400 и 1500 мм, ширина 1550, 1500 и 1250 мм, толщина 5, 7, 10, 12, 14, 16, 18 мм.

Одна из особенностей бакелизированной фанеры состоит в том, что пленка смолы, покрывающая поверхность, препятствует прочному склеиванию листов с другими материалами и между

4.4. Физико-механические свойства бакелизированной фанеры

Показатель	Толщина, мм	ФБС повышенной прочности	ФБС	ФБВ; ФБС-А	$ФБС_1$, $ФБВ_1$, $ФБС_1$-А
Предел прочности при растяжении вдоль волокон наружных слоев фанеры, МПа, не менее	5, 7	88	88	78,5	59
	10, 12	73,5	73,5	–	–
	14, 16, 18	68,5	68,5	–	–
Предел прочности при статическом изгибе, МПа, не менее:	7	78,5	78,5	63,5	–
поперек волокон наружных слоев	10, 12	80	78,5	68,5	–
	14, 16, 18	90	88,2	78,5	–
вдоль волокон наружных слоев	10, 12	117,5	117,5	108	88
	14, 16, 18	108	108	98	78,5
Предел прочности при скалывании по клеевому слою после кипячения в воде в течение 1 ч, МПа, не менее	5–18	1,76	1,76	1,47	1,47
Влажность, %	5–7	–	–	6±2	–
	10–18	–	–	8±2	–
Плотность, кг/м³, не более	5–18	1200	1200	1200	1200

собой. Поэтому поверхности листов приходится строгать перед склеиванием или обрабатывать абразивными материалами. По заказу потребителей изготовляется фанера без пропитки рубашек или без покрытия их смолой, что несколько улучшает условия склеивания. По своим конструктивным качествам бакелизированная фанера приближается к низколегированным сталям и может с успехом заменять их при строительстве мостов, специальных сооружений, в опалубке, панелях и других изделиях и конструкциях.

Армированная фанера представляет собой клееное изделие, между слоями шпона в котором проложена металличес-

кая сетка, или поверхность которого облицована с одной или двух сторон тонким (0,4—0,6 мм) слоем металла — сталью, цинком, алюминием. Поверхность металлических листов до склеивания очищают кислотами или обрабатывают песком. Для склеивания применяют модифицированные фенолформальдегидные клеи. Армированная фанера обладает повышенной прочностью, твердостью, жесткостью. Ее поверхность ровная, хорошо сопротивляется ударам и абразивному износу. Листы армированной фанеры 200x1000 мм имеют толщину 3—20 мм. Фанера применяется в конструкциях особо важных сооружений, в теплопроводящих и светоотражающих частях зданий.

Гофрированную фанеру изготовляют по технологии фанеры общего назначения. Но в процессе прессования ей придается волнистая форма, которая обеспечивает повышенную жесткость листа и позволяет использовать фанеру для кровли без дополнительных элементов жесткости. Аналогичными свойствами обладает ребристая фанера, под рубашки которой вклеивают бруски, сообщающие листам повышенную жесткость.

Кровельная фанера может быть получена из обычных листов фанеры, покрываемых одним или двумя слоями толя. Для отделочных работ выпускается микрофанера — тонкие (толщиной 0,08 мм) листы шпона, наклеенные на крафт-бумагу. Шпон микрофанеры изготовляют из древесины березы, ольхи, клена и других мелкопористых лиственных пород.

Фанерные плиты состоят из семи и более слоев шпона, склеенных фенолформальдегидным, мочевиноформальдегидными и мочевиномеламиноформальдегидными клеями. Фанерные плиты обладают невысокой прочностью, жесткостью, стабильностью размеров.

Плиты выпускают марок ПФ-А; ПФ-Б и ПФ-В, ПФ-Х и ПФ-Л. Плиты ПФ-А имеют взаимно перпендикулярное направление волокон шпона во всех смежных слоях. В плитах ПФ-Б каждые пять слоев шпона с параллельным направлением волокон древесины чередуются с одним слоем, имеющим перпендикулярное направление волокон. В плитах ПФ-В все слои шпона имеют только параллельное направление волокон, за исключением двух перпендикулярных слоев, расположенных симметрично двум центральным слоям. В плитах ПФ-Х и ПФ-Л все слои шпона имеют параллельное направление. Часть плит выпускают со шлифованной поверхностью при высоком качестве лицевых слоев. Размеры фанерных плит приведены в табл. 4.5.

4.5. Размеры фанерных плит, мм

Марка	Длина	Ширина	Толщина
ПФ-А	1220; 1525; 1830; 2200; 2300; 2440	1220; 1525	15; 20; 25; 30; 45
ПФ-Б	1525; 1830; 2200; 2400	1220; 1525	20; 25; 35; 40; 45; 53; 62; 68; 78
ПФ-В	1220; 1525 1830; 2200 2300; 2440	1220; 1525	8; 12; 15; 22; 26; 30
ПФ-Л	1800; 1830; 2300; 2440	100–1500 1500 с градацией 100; 1220; 1525	14; 16; 18; 20; 22
ПФ-Х	1220–1520 с градацией 25; 1525	200–1525 с градацией 25	13; 26; 29; 33
ПФД	1525	1525	16
ПФО-Х	1220–1520 с градацией 25; 1525	200–1525 с градацией 25	33

Столярные плиты представляют собой реечные щиты, облицованные с обеих сторон березовым, буковым, ольховым или сосновым шпоном. Рейки щита либо предварительно склеивают (тип СР), либо собирают насухо (тип НР), либо выпиливают из склеенного блока (тип БР). Во избежание коробления шпон рубашек подбирают одинаковой толщины для обеих сторон; при этом направление волокон в лицевой и оборотной рубашках должно совпадать. Плиты выпускают толщиной 16, 19, 22, 25 и 30 мм форматом 2500x1525, 2500x1220, 1830x1220, 1525x1525 мм. Плиты применяют для встроенной мебели, перегородок, дверей.

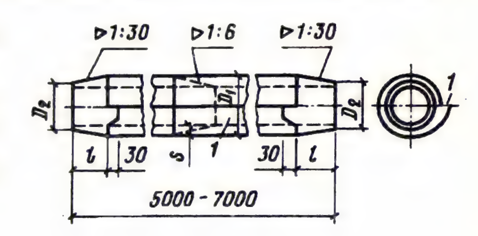
Фанерные трубы (табл. 4.6) выпускают двух типов — прессованные и витые. Наиболее распространен способ рулонной навивки. По этому способу трубы получают скручиванием предварительно склеенной из шпона двухслойной заготовки. Каждая такая труба (рис. 4.1) длиной 5—7 м состоит из склеенных между собой на конус отдельных звеньев длиной 1,4—1,5 м.

4.6. Фанерные трубы

Диаметр труб, мм		Толщина стенки, мм		Наружный диаметр, D_1, мм		Наружный диаметр конуса трубы D_2, мм		Длина конуса, мм	Масса 1 м трубы при влажности не более 15%, кг
номинальный	допустимое отклонение	номинальная	допустимое отклонение	номинальный	допустимое отклонение	номинальный	допустимое отклонение		
50		6,5		63		60,5		75	1
100		8		116		112,7		100	2,2
150	+1	11	+1	172	+2	167,3	–0,2	140	4,5
200	–2	11	–0,5	222	–1	217,3		140	5,8
250		13		276		270,2		175	8,6
300		13		326		320,2		175	10,2

4.1. Форма и размеры фанерной трубы

1 — нахлестка; D_1 — наружный диаметр; D_2 — наименьший диаметр в конце конуса; *l* — длина конусной части; *S* — толщина стенки трубы



4.4. ДРЕВЕСНЫЕ СЛОИСТЫЕ ПЛАСТИКИ

Древесные слоистые пластики (ДСП) изготовляют из березового лущеного шпона влажностью 9—12%, толщиной 0,3; 0,5; 0,8 и 1,15 мм, склеенного синтетическими смолами резольного типа при высокой температуре и под большим давлением.

Древесные слоистые пластики изготовляют следующих марок: ДСП-А (во всех листах шпона волокна древесины параллельны или через каждые четыре слоя с параллельными волокнами укладывается один слой с направлением волокон под углом 20—25°); ДСП-Б (через каждые 8—12 слоев с параллельным направлением волокон укладывается один слой с перпендикулярным направлением волокон); ДСП-В (все слои шпона расположены с взаимно перпендикулярным направлением волокон); ДСП-Г (в смежных слоях волокна древесины шпона располагаются под углом 45°).

Древесные слоистые пластики толщиной менее 15 мм относят к листам, а толщиной 15 мм и более — к плитам. Листы и плиты по способу склейки делятся на цельные и составные, склеиваемые по длине из нескольких листов шпона. Листы и плиты ДСП отличаются высокой прочностью, ударной вязкостью, имеют слегка глянцевую поверхность с хорошо видимой текстурой древесины.

Свойства плитных и листовых ДСП указаны в табл. 4.7 и 4.8.

В зависимости от марки и назначения древесные слоистые пластики изготовляют следующих размеров: длина 700-5600, ширина 750—1500 и толщина 1—60 мм. Пластики толщиной 15—60 мм изготовляют с градацией через 5 мм. Предельные отклонения по длине и ширине +10 мм, по толщине (в зависимости от толщины пластиков) — от +0,2 до +2 мм.

4.7. Физико-механические свойства древесных слоистых плит толщиной 15–60 мм

Показатель	ДСП-А (цельные)	ДСП-Б		ДСП-В		ДСП-Г (составные)	ДСП-Б-Э	
		цельные	составные	цельные	составные		цельные	составные
Плотность, кг/м^3, не менее	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
Влажность, %, не более	6	7	7	7	7	7	6	6
Водопоглощение за 24 ч, %, не более, для пластиков толщиной, мм:								
15–20	–	3	3	3	3	3	3	3
25–50	–	2	2	2	2	2	2	2
55–60	–	1	1	1	1	1	1	1
Предельное водопоглощение, %, не более	18	20	–	–	–	–	–	–
Предельное объемное разбухание, %, не более	20	22	–	–	–	–	–	–
Предел прочности, МПа:								
при растяжении вдоль волокон, не менее	–	255	216	137	108	–	255	216
при сжатии вдоль волокон, не менее	176	157	152	122	118	122	157	152
при статическом изгибе вдоль волокон, не менее	–	274	255	176	147	147	274	255
при скалывании по клеевому слою, не менее	7,8	7,8	6,9	6,9	5,9	6,9	7,8	6,9

Ударная вязкость при изгибе вдоль волокон наружного слоя, кДж/м^2, не менее	–	78	69	29	29	29	78	69
Твердость торцевой поверхности, МПа, не менее	196	196	196	196	196	–	196	196
Теплостойкость при температуре воздуха 105±2°С, ч	–	–	–	–	–	–	24	24
Маслостойкость при температуре трансформаторного масла 105±2°С, ч	–	–	–	–	–	–	6	6

Продолжение

Показатель	ДСП-В-Э		ДСП-Б-М (цельные)	ДСП-В-М (цельные)	ДСП-Г-М (составные)	ДСП-Б-Т		ДСП-Б-О (цельные)
	цельные	составные				цельные	составные	
Плотность, кг/м^3, не менее	1300	1300	1230	1230	1230	1280	1280	1300
Влажность %, не более	6	6	7	7	7	10	10	7
Водопоглощение за 24 ч, %, не более, для пластиков толщиной, мм:								
15 – 20	3	3	–	–	–	–	–	3
25–50	2	2	–	–	–	–	–	1
55–60	1	1	–	–	–	–	–	1

8–561

Продолжение

Показатель	ДСП-В-Э		ДСП-Б-М (цельные)	ДСП-В-М (цельные)	ДСП-Г-М (составные)	ДСП-Б-Т		ДСП-Б-О (цельные)
	цельные	составные				цельные	составные	
Предельное водопоглощение, %, не более	–	–	–	–	–	–	–	–
Предельное объемное разбухание, %, не более	–	–	–	–	–	–	–	–
Предел прочности, МПа:								
при растяжении вдоль волокон, не менее	137	108	196	127	–	–	–	265
при сжатии вдоль волокон, не менее	122	118	127	98	98	–	–	176
при статическом изгибе вдоль волокон, не менее	176	147	216	137	82	–	–	294
при скалывании по клеевому слою, не менее	6,9	5,9	4,9	4,9	4,9	4,9	3,9	8,8
Ударная вязкость при изгибе вдоль волокон наружного слоя, кДж/м², не менее	29	29	59	24	16	69	69	88
Твердость торцевой поверхности, МПа, не менее	196	196	–	–	–	–	–	196
Теплостойкость при температуре воздуха 105±2°С, ч	24	24	–	–	–	–	–	–
Маслостойкость при температуре трансформаторного масла 105±2°С, ч	6	6	–	–	–	–	–	–

Примечания: 1. На образцах после определения теплостойкости и маслостойкости не должно быть пузырей, на кромках образцов – трещин с проникновением в них щупа толщиной более 0,08 мм на глубину более 5 мм. 2. Для плит составного пластика марки ДСП-В повышенной прочности предел прочности при сжатии вдоль волокон должен составлять не менее 122 МПа и предел прочности при статическом изгибе вдоль волокон – не менее 152 МПа.

4.8. Физико-механические свойства листов древесных слоистых пластиков марок ДСП-В и ДСП-В-Э толщиной 1–12 мм

Показатель	Толщина листа, мм						
	цельного				составного		
	1–2,5	3–5	6–7	8–12	3–5	6–7	8–12
Плотность, кг/м^3, не менее	1280	1280	1280	1280	1250	1250	1250
Влажность, %				3–8			
Водопоглощение за 24 ч, %, не более	15	10	7	5	10	7	5
Предел прочности при растяжении, МПа, не менее:							
вдоль волокон	157	147	147	147	137	137	137
поперек волокон	–	132	132	132	108	108	108
под углом 45°	–	78	78	78	69	69	69

Примечание. Для листов составного пластика марки ДСП-В толщиной 3–12 мм повышенной прочности предел прочности при растяжении вдоль волокон должен составлять не менее 142 МПа, а поперек волокон – не менее 113 МПа.

Древесные слоистые пластики применяют для многих строительных конструкций в качестве вспомогательных крепежных и монтажных элементов (прокладок, окаймляющих ребер, вкладышей, нагелей, стержней, болтов и др.). Их применяют также для конструкций, к которым предъявляют требования немагнитности (радиопрозрачности), повышенной химической стойкости, высокого сопротивления истиранию, гладкости поверхности.

4.5. ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫЕ ПЛИТЫ

Древесно-стружечные плиты получают путем горячего прессования древесных стружек со связующим. По способу изготовления различают плиты плоского прессования и экструзионные. Вследствие разных способов изготовления структура плит неодинакова (рис. 4.2). Для изготовления плит плоского прессования используют гидравлические многопросветные прессы с нагретыми до 130—140°С стальными плитами. Просветы

а)

б)

4.2. Расположение древесных частиц в древесно-стружечных плитах в зависимости от направления прессования

а — в плитах плоского прессования; *б* — в экструзионных

прессов периодически загружают стружечной массой, уложенной на поддоны с предварительным уплотнением, а затем из них извлекают готовые плиты. Такой способ называют периодическим. Плиты плоского прессования имеют одинаковую прочность в продольном и поперечном направлениях в плоскости плиты. Изготовляют также плиты, стружки в которых ориентированы; прочность таких плит в продольном направлении выше, чем в поперечном по плоскости прессования.

Экструзионные плиты изготовляют путем выдавливания стружечной массы через нагретый стальной мундштук с последующей обрезкой выдавливаемой полосы на части заданных размеров. Вследствие поперечного расположения стружек экструзионные плиты обладают низкой прочностью вдоль плоскости плиты и несколько более высокой - поперек плоскости. Для предотвращения излома от транспортных и других нагрузок экструзионные плиты облицовывают шпоном. В результате прочность плит увеличивается в 15—20 раз.

Древесно-стружечные плиты плоского прессования изготовляют однослойными, трехслойными и многослойными. В однослойных плитах размеры древесных частиц и содержание в них связующего одинаковы по всей толщине плиты. В трехслойных плитах наружные слои изготовляют из более тонких древесных частиц и с большим содержанием связующего, чем внутренний. В многослойных плитах размер древесных частиц послойно возрастает от поверхности к середине плиты. Древесно-стружечные плиты имеют плотность 550—820 кг/м^3.

Плиты повышенной водостойкости изготовляют с применением фенолформальдегидных или мочевиномеламиноформальдегидных смол с добавлением гидрофобных веществ. Плиты средней водостойкости изготовляют с применением мочевиноформальдегидных смол.

Подавляющее большинство плит изготовляют с применением мочевиноформальдегидных смол. Для строительства большой интерес представляют плиты, изготовленные на фенолформальдегидных, крезолформальдегидных и мочевиномеламиноформальдегидных смолах. Эти плиты обладают высокой водостойкостью, хорошо сопротивляются воздействию атмосферных факторов, агрессивных сред.

Содержание вредных веществ, выделяемых плитами в производственных помещениях, не должно превышать предельно допустимых концентраций, установленных органами здравоохранения (0,5 мг/м^3). Содержание формальдегида в древесно-стружечных плитах определяют перфораторным методом.

Древесно-стружечные плиты плоского прессования по физико-механическим показателям разделяют на марки П-А и П-Б; по качеству поверхности — на 1-й и 2-й сорта; по виду поверхности — с обычной и мелкоструктурной (М) поверхностью; по степени обработки поверхности — на шлифованные (Ш) и нешлифованные; по гидрофобным свойствам — с обычной и повышенной (В) водостойкостью; по содержанию формальдегида — на классы эмиссии Е1, Е2, Е3 (содержание формальдегида, мг на 100 г абсолютно сухой плиты, соответственно до 10; 10—30; 30—60).

Размеры древесно-стружечных плит плоского прессования приведены в табл. 4.9.

4.9. Размеры древесно-стружечных плит

Показатель	Размеры, мм	Предельные отклонения, мм
Толщина	8–28 с градацией 1 (для шлифованных)	±0,3
Длина	1830, 2040, 2440, 2500, 2600, 2700, 2750, 2840, 3220, 3500, 3600, 3660, 3690, 3750, 4100, 5200, 5500, 5680	±5
Ширина	1220, 1250, 1500, 1750, 1800, 1830, 2135, 2440, 2500	±5

Примечания: 1. Толщина нешлифованных плит устанавливается как сумма номинального значения толщины шлифованной плиты и припуска на шлифование, который должен быть не более 1,5 мм. 2. По согласованию с потребителем допускается выпускать плиты других форматов.

В условном обозначении плит указывают: марку, сорт, вид поверхности, степень обработки поверхности (для шлифованных плит); гидрофобные свойства (для плит повышенной водостойкости), класс эмиссии формальдегида, длину, ширину и толщину в мм.

П р и м е р ы   у с л о в н ы х   о б о з н а ч е н и й. Плита марки П-А I сорта с мелкоструктурной поверхностью, шлифованная, класса эмиссии Е1 размерами 3500x1750x15 мм: П-А,I,М,Ш,Е1, 3500x1750x15. Плита марки П-Б II сорта с обычной поверхностью, нешлифованная, класса эмиссии Е2 размерами 3500x1750x16 мм: П-Б,II, Е2, 3500x1750x16.

На кромку плиты наносят темным красителем маркировку: наименование предприятия-изготовителя, условное обозначение плит, дату изготовления, номер смены.

Плиты экструзионного прессования выпускают облицованными бумагой, лущеным или строганым шпоном, обозначают ЭС (сплошные плиты) и ЭМ (многопустотные плиты).

Предел прочности при статическом изгибе экструзионных древесно-стружечных плит, МПа: необлицованных вдоль плиты 0,7 — 1,2; поперек плиты 6—14; фанерованных одним слоем шпона соответственно 21—32,5 и 8—15. Модуль упругости плит экструзионного прессования сплошных, облицованных шпоном 1,7—2,2 тыс. МПа, а многопустотных, облицованных шпоном 1,2—1,8 тыс. МПа. Удельное сопротивление плит выдергиванию шурупов, Н/мм: ввинченных в пласть — 40—50, в торец — 30—50. Удельное сопротивление выдергиванию гвоздей, МПа, забитых в пласть, 1.6—2,6, в торец — 1,2—2.

Обработка и применение. На строительную площадку древесно-стружечные плиты рекомендуется поставлять в виде обработанных деталей и изделий, которые нуждаются лишь в подгонке и прирезке по месту установки. При обработке древесно-стружечных плит увеличивается износ инструмента; поэтому режущие части должны быть изготовлены из высокопрочных легированных сталей или иметь резцы с напаянными пластинками из твердых сплавов. Скорость резания древесно-стружечных плит должна быть на 25—50% выше обычной скорости резания древесины (при работе на круглопильных станках скорость резания 30—70 м/с, скорость подачи 10—20 м/мин; при строгании соответственно 20—40 м/с и 10—12 м/мин).

К строительным конструкциям плиты крепят гвоздями, шурупами, раскладками, мастиками и синтетическими клеями.

При креплении плит гвоздями или шурупами рекомендуется предварительно просверливать отверстия в плите на расстоянии не менее 1,5 см от кромки. Раскладки могут быть деревянные, металлические и пластмассовые. Мастики и клеи применяют при креплении плит на сплошное основание и на маяки и рейки. Клеить плиты к древесине, а также соединять их между собой рекомендуется водостойкими фенолформальдегидными клеями.

Древесно-стружечные плиты применяют в строительстве для отделки помещений, устройства ограждений, оснований под полы и звукоизоляции. Коэффициент звукопоглощения экструзионных древесно-стружечных плит плотностью 350—500 кг/м^3 для диапазона частот 600-900 Гц составляет 0,5—0,7. Там, где возможно увлажнение, следует применять только гидрофобизованные или защищенные покрытиями плиты. Применение плит в помещениях с повышенной влажностью не рекомендуется.

Физико-механические свойства плит (табл. 4.10) зависят не только от плотности и способа прессования, но и от содержания связующего (6—10% сухой смолы от массы стружки), формы и размеров частиц, породы древесины. Наиболее прочны плиты из специальной тонкой стружки, нарезанной из древесины мягких лиственных пород. Требования к качеству поверхности плит приведены в табл. 4.11.

Облицованные древесно-стружечные плиты. Для облицовки плит используют различные материалы. Так, для устройства пола (рис. 4.3) применяют фанерованные плиты. Их скрепляют в шпунт, укладывают на основание из изоляционных плит и затем окрашивают. Экструзионные плиты, применяемые для пола, оклеивают с обеих сторон бумагой или бумажно-смоляной пленкой.

Древесно-стружечные плиты, покрытые прозрачной или полупрозрачной цветной поливинилхлоридной пленкой, применяют для щитовых дверей. Во многих случаях плиты являются составной частью трехслойных панелей. Обшивками служат сверхтвердые древесно-волокнистые плиты, а средним слоем — древесно-стружечные экструзионные плиты. Такие панельные конструкции, обладающие высокой прочностью и отличными теплозвукоизоляционными свойствами, идут на строительство стандартных малоэтажных домов.

Древесно-стружечные плиты разных типов используют для устройства встроенных шкафов, антресолей, перегородок и т.п. При отделке потолков и стен общественных зданий древесно-

4.10. Физико-механические свойства древесно-стружечных плит

Показатель	П-А	П-Б
Влажность, %*:		
$Т_н$	5	5
$Т_в$	12	12
Разбухание по толщине:		
за 24 ч (размер образцов 100x100 мм), %, ($Т_в$)	22	33
за 2 ч (размер образцов 25x25 мм), %, ($Т_в$)**	12	15
Предел прочности при изгибе, МПа, для толщин, мм ($Т_н$):		
8–12	18	16
13–19	16	14
20–30	14	12
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты, МПа, для толщин, мм ($Т_н$):		
8–12	0,35	0,3
13–19	0,3	0,3
20–30	0,25	0,25
Удельное сопротивление выдергивающих шурупов, Н/мм² ($Т_н$)***:		
из пласти	60	55
из кромки	50	45
Покоробленность, мм ($Т_в$)	1,2	1,6
Шероховатость поверхности пласти, МКМ ($Т_в$):		
для шлифованных плит с обычной поверхностью	50	63
то же, с мелкоструктурной поверхностью	32	40
для нешлифованных плит	320	500
То же, после 2 ч вымачивания***:		
для шлифованных плит с обычной поверхностью	150	180
то же, с мелкоструктурной поверхностью	120	150
Удельное сопротивление нормальному отрыву наружного слоя, МПа, не менее	0,8	0,6
Модуль упругости при статическом изгибе, МПа	1700–4000	
Ударная вязкость, Дж/м²	4000–8000	
Твердость, МПа	20–40	

*$Т_н$ и $Т_в$ – соответственно нижний и верхний пределы показателей.

**Для плит повышенной водостойкости.

***Определяется по согласованию изготовителя с потребителем.

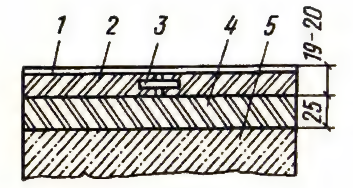
4.11. Требования к качеству поверхности древесно-стружечных плит

Дефекты	Шлифованные плиты сортов		Нешлифованные плиты сортов	
	I	II	I	II
Углубления (выступы) или царапины на пласти	Не допускаются	Допускаются на 1 $м^2$ поверхности плиты не более двух углублений диаметром до 0,3 мм или двух царапин длиной до 200 мм	Допускаются на площади не более 5% поверхности плиты, глубиной (высотой), мм, не более: 0,5	0,8
Парафиновые и масляные пятна, а также пятна от связующего	То же	Допускается на 1 $м^2$ поверхности плиты пятна площадью не более 1 $см^2$ в количестве 2 шт.		Допускаются на площади не более 2% поверхности плиты
Пылесмоляные пятна	–"–	Допускаются на площади не более 2% поверхности плиты	Допускаются	
Сколы кромок	Не допускаются (единичные глубиной по пласти 3 мм и менее протяженностью по кромке 15 мм и менее не учитываются)	Допускаются в пределах отклонений по длине (ширине) плиты		
Выкрашивание углов	Не допускается (длиной по кромке 3 мм и менее не учитываются)	То же		

Продолжение

Дефекты	Шлифованные плиты сортов		Нешлифованные плиты сортов	
	I	II	I	II
Дефекты шлифования (недошлифовка, прошлифовка, линейные следы от шлифования, волнистость поверхности)	Не допускаются	Допускаются площадью не более 10% площади каждой пласти	Не определяют	
Отдельные включения частиц коры на пласти плиты размером, мм, не более	3	10	3	10
Отдельные включения крупной стружки для плит с поверхностью:				
мелкоструктурной	Допускаются 5 шт. на 1 $м^2$ пласти плиты размером, мм 10–15	16–35	10–15	16–35
обычной	Не определяют			

Примечание. Для плит с обычной поверхностью допускается не более 5 отдельных включений частиц коры на 1 $м^2$ пласти плиты размером, мм: для I сорта 4–10; для II сорта 11–15.



4.3. Конструкция пола из фанерованных древесно-стружечных плит

1 — окрасочный слой; *2* — фанерованная древесно-стружечная плита; *3* — соединение на деревянной шпонке; *4* — изоляционная древесно-стружечная плита; *5* — железобетонная панель перекрытия

стружечные плиты покрывают бесцветным лаком. Лицевой слой таких плит обычно выполняют из специальной стружки. Древесно-стружечные плиты могут с успехом применяться для устройства сплошного основания под кровлю из рулонных или плиточных материалов. При утеплении чердачных помещений древесно-стружечные плиты подшивают к низу строения.

4.6. ЦЕМЕНТНО-СТРУЖЕЧНЫЕ ПЛИТЫ

Цементно-стружечные плиты (ЦСП) получают прессованием древесных частиц с цементным вяжущим и химическими добавками. Сырьем служат стружки из тонкомерной древесины хвойных пород (ели, пихты, сосны), древесины лиственных пород (березы, осины) не ниже 3-го сорта, а также из отходов лесопиления (горбылей и реек). Содержание коры в стружке допускается не более 5%, гнили — 3%, водорастворимых сахаров в древесине хвойных пород 0,5, лиственных пород — 0,2, таннидов — 0,2%.

Для производства цементно-стружечных плит применяют стружки длиной 13—45 мм, шириной 4—6 мм, толщиной 0,13—0,5 мм. Оптимальные размеры стружки, мм: средняя толщина 0,3, длина 25—32, ширина 1,6—4,8. Стружки должны быть одной породы, однако допускается смешение разных лиственных пород, например осины и березы (1:1). Возможны и другие соотношения пород в смешанном сырье (30 и 70%, 20 и 80%).

Вяжущим в производстве ЦСП служит портландцемент М500 по ГОСТ 10178—85. В нем не допускаются пластификаторы и повышенное (более 5%) содержание шлаковых добавок. Для приготовления цементно-стружечной смеси из стружек лиственных пород рекомендуется использовать водный раствор жидкого натриевого стекла плотностью 1,01—1,065 г/см^3, водный раствор сульфата аммония плотностью 1,054—1,06 г/см^3 и водную суспензию извести (ГОСТ 9179—77) плотностью 1,09—1,1 г/см^3. Рабочая влажность смесей 39—41%. Оптимальные составы смесей для ЦСП указаны в табл. 4.12.

Технология изготовления ЦСП включает: подготовку древесного сырья (окорку, выдержку и разделку окоренного сырья на мерные заготовки); изготовление стружки и последующее доизмельчение и сортировку ее; приготовление цементно-стружечной смеси (подготовку и дозирование стружки, растворов

4.12. Составы цементно-стружечных смесей, кг, при использовании древесины разных лиственных пород

Компоненты рабочей смеси	Дозировка, кг, при использовании древесины		
	осины	березы	осины и березы (1:1)
Стружка (абсолютно сухая)	280	336	280
Портландцемент М500	840	780	817
Сульфат аммония*	142	132	138
Стекло натриевое жидкое*	90	84	90
Известковое молоко*	41	38	40
Вода	234	247	225

* Дозировка раствора с рабочей плотностью.

4.13. Расход материалов для изготовления 1 м^3 цементно-стружечных плит (с учетом потерь)

Материал	Потери, %	Расход, кг
Портландцемент	21,8	938
Сульфат аммония	27,3	14,7
Жидкое стекло (плотность 1,4 г/см^3)	27,3	34,3
Эмульсол	–	0,21
Древесное сырье	61	420–470

химических добавок, воды и цемента); формирование ковра, включающее подачу и распределение цементно-стружечной смеси по формирующим машинам для наружных и внутреннего слоев, разделение ковра и формирование пакетов на поддонах, прессование пакетов при удельном давлении 1,8—2 МПа, тепловую обработку плит при 80—90°С в течение 8 ч, распрессовку и разборку пакетов, твердение плит, уложенных в штабеля на 7—14 сут; кондиционирование готовых плит при температуре 70—100°С; сортировку, складирование и обрезку по формату; транспортирование на склад готовой продукции. Расход материалов на изготовление цементно-стружечных плит указан в табл. 4.13.

Плиты должны соответствовать требованиям ГОСТ 26816—86 «Плиты цементно-стружечные. Технические условия

4.14. Физико-механические свойства цементно-стружечных плит (ГОСТ 26816–86)

Показатель	ЦСП-1	ЦСП-2	Результаты испытаний плит из древесины		
			березы	осины	смеси березы и осины (1:1)
Плотность, кг/м^3	1100–1400		1326	1170	1274
Влажность, %	6–12		10,8	7,2	11,2
Разбухание по толщине за 24 ч, %, не более	2		0,71	0,95	0,3
Водопоглощение за 24 ч, %, не более	16		6,3	16	9,3
Прочность при изгибе, МПа, плит толщиной, мм:					
8–16	12	9	–	11,7	–
18–24	10	8	–	–	–
26–40	9	7	142	–	11,4
Прочность при растяжении перпендикулярно пласти плиты, МПа, не менее	0,4	0,35	–	0,45	0,62
Шероховатость пласти, МКМ, не более, для плит:					
нешлифованных	320	320	–	–	–
шлифованных	80	100	–	–	–

(табл. 4.14). Цементно-стружечные плиты используют в панелях и перегородках, плитах покрытий, для подвесных потолков, вентиляционных коробов, полов, ограждений лоджий, подоконных досок, обшивок, облицовочных деталей и других строительных изделий (табл. 4.15). Плиты могут применяться в жилых и общественных зданиях, зданиях промышленного и сельскохозяйственного назначения, временных сооружениях и зданиях контейнерного типа. Теплотехнические показатели ЦСП указаны в табл. 4.16, а расчетные сопротивления — в табл. 4.17.

Конструкции и детали с использованием ЦСП рекомендуется применять для зданий с сухим, нормальным и влажным температурно-влажностными режимами с расчетной температурой наружного воздуха до —60°С. Основные свойства ЦСП указаны в табл. 4.18.

4.15. Номенклатура и область применения цементно-стружечных плит в конструкциях и изделиях

Конструкция (изделие)	Толщина ЦСП, мм	Здания						
		жилые		общественные	промышленные	сельскохозяйственные	временного назначения	
		многоэтажные	одно-, двухэтажные				контейнерного типа	сборно-разборные
Наружные навесные стеновые панели:								
экран	10–16	–	+	+	+	+	+	+
обшивки	10–16							
Наружные стеновые панели из клееных цельноплитных коробчатых элементов	16	–	+	–	–	–	+	+
Навесные стеновые панели лоджий домов высотой более 9 этажей	10–16	+	–	–	–	–	–	–
Цокольные панели:								
наружные обшивки	16–20	–	–	–	–	–	–	–
внутренние обшивки	12–14	–	+	–	–	–	–	–
Перегородки каркасные панельные и поэлементной сборки—обшивки	10–20	–	+	+	+	+	–	–
Перегородки из клееных цельноплитных коробчатых элементов	10–16	–	–	+	+	+	+	+
Вентилируемые плиты покрытий с мягкой кровлей:								
верхние	16–24	–	–	+	+	+	–	–

Продолжение

Конструкция (изделие)	Толщина ЦСП, мм	Здания						
		жилые		общественные	промышленные	сельскохозяйственные	временного назначения	
		многоэтажные	одно-двухэтажные				контейнерного типа	сборно-разборные
обшивки нижние обшивки	10–14	–	–	+	+	+	–	–
Вентилируемые плиты покрытий с раздельной жесткой кровлей – обшивки	12	–	–	+	+	+	–	+
Плиты чердачных перекрытий–обшивки	12–14	–	+	–	–	–	–	–
Элементы подвесных потолков:								
непроходных	10–16	–	–	+	+	+	–	–
проходных	20–22	–	–	+	+	+	–	–
Фронтоны и веранды	10–16	–	+	–	–	–	–	–
Обшивки стен (по каркасу-обрешетке), облицовка колонн, ригелей и др.	10–16	–	–	+	+	+	+	–
Перегородки душевых кабин и туалетов в административно-бытовых помещениях	12–16	–	–	+	+	+	+	+
Ограждения лоджий, балконов	14–16	+	+	–	–	–	–	–
Подоконные плиты	24–40	+	+	+	–	–	–	–
Плинтусы	–	+	+	+	+	–	+	+
Основание под полы из линолеума и паркета	Не менее 24	+	+	+	+	–	+	+
Чистые полы с лицевым полимерным покрытием*:								

Продолжение

Конструкция (изделие)	Толщина ЦСП, мм	Здания: жилые, многоэтажные	Здания: жилые, одно-двухэтажные	Здания: общественные	Здания: промышленные	Здания: сельскохозяйственные	Здания: временного назначения, контейнерного типа	Здания: временного назначения, сборно-разборные
в помещениях	Не менее 24	–	–	+	+	–	+	+
вестибюлях		–	–	+	+	–	–	–
коридорах		+	+	+	+	–	–	–
в кухнях		+	+	–	–	–	+	+
Комибинированные балки со стенками из ЦСП и поясом из древесины	10–16	–	+	–	–	–	+	–

* Для экспериментального строительства.

4.16. Теплотехнические показатели ЦСП

Показатели материала в сухом состоянии: плотность, кг/м³	удельная теплоемкость, кДж/(кг × °С)	коэффициент теплопроводности, Вт/(м · °С)	Расчетное массовое отношение влаги в материале (в условиях эксплуатации), %: А	Б	Расчетные коэффициенты (в условиях эксплуатации): Теплопроводность, Вт/(м · °С): А	Б	Теплоусвоение (период 24 ч), Вт/(м² × °С): А	Б	Паропроницаемость, мг/м·ч×Па: А и Б
1200	1,45	0,2	12	24	0,34	0,48	7,62	10,12	0,027
1400	1,45	0,21	12	24	0,35	0,49	8,34	11,08	–

П р и м е ч а н и е. Условия эксплуатации А и Б принимают по прил. 2 гл. СНиП П-3-79.

4.17. Расчетные сопротивления и упругие характеристики ЦСП

Характеристики	Обозначение	Величина
Расчетное сопротивление, МПа, при:		
растяжении	$R_{р}$	1
сжатии	$R_{с}$	3,75
изгибе	$R_{и}$	3,75
сдвиге	$R_{ск}$	1

Продолжение

Характеристики	Обозначение	Величина
Модуль упругости, МПа, при:		
растяжении	$E_{\text{р}}$	3000
сжатии	$E_{\text{с}}$	2500
изгибе	$E_{\text{и}}$	2500
сдвиге	$E_{\text{ск}}$	1200
Коэффициент поперечной деформации	μ	0,21

Примечание. При эксплуатации конструкций из ЦСП в помещениях с влажным режимом (СНиП II-3-79) расчетные сопротивления следует умножать на коэффициент $m_{\text{в}}$ = 0,5.

4.18. Физико-механические свойства ЦСП

Показатель	ЦСП-1		ЦСП-2
Модуль упругости при изгибе, МПа, не менее	3500		3000
Твердость, МПа		45–60	
Ударная вязкость, Дж/м^2, не менее		1800	
Удельное сопротивление выдергиванию шурупов из пласти, Н/м		4–7	
Удельная теплоемкость, кДж/(кг · °С)		1,5	
Теплопроводность, Вт/(м · °С)		0,26	
Класс биостойкости		4	
Стойкость к циклическим температурно-влажностным воздействиям*:			
снижение прочности при изгибе, % (после 20 циклов), не более		30	
разбухание по толщине (после 20 циклов), %, не более		5	
Горючесть		Группа трудносгораемых	
Морозостойкость (снижение прочности при изгибе после 50 циклов), %, не более		10 (ГОСТ 8747–88)	

---

* Цикл температурно-влажностных воздействий включает: выдерживание образцов в воде при температуре 20±1°С в течение 18 ч, при этом образцы покрыты водой на 2–3 см; высушивание образцов при температуре 60±5°С с вентиляцией в течение 6 ч; после 20 циклов перед испытаниями образцы кондиционируют в нормальных температурно-влажностных условиях до достижения исходной влажности 9±3%.

4.7. ДРЕВЕСНО-ВОЛОКНИСТЫЕ ПЛИТЫ

Древесно-волокнистые плиты (ГОСТ 4598—86) получают путем горячего прессования волокнистой массы, состоящей из органических, преимущественно целлюлозных волокон, воды, наполнителей, синтетических полимеров и некоторых специальных добавок. Сырьем для изготовления плит служат отходы деревообрабатывающих производств и лесозаготовок (древесная щепа, дробленка, опилки), а также стебли тростника, хлопчатника, льняная костра, камыш и другие растительные материалы.

Технология изготовления древесно-волокнистых плит аналогична производству картона. Древесина на рубильных машинах перерабатывается в щепу, которая затем проваривается в 1—2%-ном растворе едкого натра для нейтрализации смолистых и сахаристых веществ.

Проваренная и промытая горячей водой щепа размалывается на дефибраторах или других машинах до тонковолокнистого состояния. Затем волокна перемешиваются с водой, в смесь добавляется парафиновая эмульсия, антисептики, антипирены. Для изготовления сверхтвердых плит в смесь вводят фенолформальдегидные полимеры.

Приготовленную массу выливают на сетку отливной машины, где она обезвоживается, формируется в ковер заданной толщины и направляется в роликовую сушилку для изготовления изоляционных плит либо в горячий пресс для изготовления твердых плит. Прессование происходит при температуре 150—165°С под давлением 1—5 МПа.

Древесно-волокнистые плиты в зависимости от назначения подразделяют на твердые и мягкие. По прочности, плотности и виду лицевой поверхности твердые плиты подразделяют на марки: Т — с необлагороженной лицевой поверхностью; Т-С — с лицевым слоем из тонкодисперсной древесной массы; Т-П — с подкрашенным лицевым слоем; Т-СП — с подкрашенным лицевым слоем из тонкодисперсной древесной массы; Т-В — с необлагороженной лицевой поверхностью и повышенной водостойкостью; Т-СВ — с лицевым слоем из тонкодисперсной древесной массы и повышенной водостойкостью; НТ — пониженной плотности (полутвердые); СТ — повышенной прочности (сверхтвердые) с необлагороженной лицевой поверхностью; СТ-С — повышенной прочности (сверхтвердые) с лицевым слоем из тонкодисперсной древесной массы.

Твердые плиты марок Т, Т-С, Т-П, Т-СП в зависимости от физико-механических показателей делят на группы А и Б, а по качеству поверхности — на 1-й и 2-й сорта. Мягкие плиты в зависимости от плотности делят на марки М-1, М-2 и М-3. Размеры древесно-волокнистых плит указаны в табл. 4.19.

Условное обозначение древесно-волокнистых плит включает марку, группу качества, сорт, размеры по длине, ширине, толщине и номер стандарта. Например: твердая плита с подкрашенным лицевым слоем из тонкодисперсной древесной массы, группы качества Б, с номинальными размерами 3660x2140x4 мм имеет условное обозначение: Т-СП гр. Б 3660x2140x4,0 ГОСТ 4598—86. То же, твердая плита повышенной водостойкости с номинальными размерами 3050x1830x4 мм: СТ 3050x1830x4,0 ГОСТ 4598—86. То же, мягкая плита плотностью 300—400 кг/м^3 с номинальными размерами 3000x1220x8 мм: М-1 3000x1220x8,0 ГОСТ 4598—86.

Свойства древесно-волокнистых плит по ГОСТ 4598—86 приведены табл. 4.20.

Отделочные древесно-волокнистые плиты выпускают двух типов: А — с декоративным печатным рисунком, Б — одноцветные. В зависимости от применяемых лакокрасочных материалов лицевая поверхность может быть глянцевой или матовой. В

4.19. Размеры древесно-волокнистых плит, мм

Плиты	Длина		Ширина		Толщина	
	номинальная	предельное отклонение	номинальная	предельное отклонение	номинальная	предельное отклонение
Твердые	6100; 5500; 3660; 3355; 3050; 2745; 2440; 2350; 2140; 2050; 1830; 1700; 1220	±3	2140; 1830; 1700; 1220; 1525; 610	±3	2,5; 3,2; 4; 5; 6	±3
Мягкие	3000; 2700; 2500; 1800; 1600; 1220	±5	1220	±5	8 12 16	±1

4.20. Свойства древесно-волокнистых плит

Показатель	СТ	Т-В Т-СВ	Т, Т-П, Т-С, Т-СП		НТ	М-1	М-2	М-3
			А	Б				
Плотность, кг/м^3	950–1100	850–1100	850–1100	800–1100	Не менее 600	200–400	200–350	100–200
Предел прочности при изгибе, МПа, нижняя граница $Т_н$	47	40	38	33	15	1,8	1,1	0,4
Разбухание по толщине за 24 ч, %, верхняя граница $Т_в$	13	10	20	23	30	Не нормируется		
Влажность, %:								
нижняя граница $Т_н$	3	4	4	4	3	То же		
верхняя граница, не более	10				12			
Водопоглощение за 2 ч, %, верхняя граница $Т_в$	Не нормируется				34			
Водопоглощение лицевой поверхности за 24 ч, верхняя граница $Т_в$	7	7	11	13	Не нормируется			
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти, МПа, нижняя граница $Т_н$	32	0,3	0,3	–	То же			
Коэффициент теплопроводности мягких плит, Вт/(м·°С)	Не нормируется				0,05	0,07	0,05	

зависимости от механической обработки плиты бывают гладкие, с рустованной поверхностью в полоску или клетку, с перфорацией.

Размеры твердых древесно-волокнистых плит с лакокрасочным покрытием указаны в табл. 4.21.

Примеры условного обозначения:

плита типа Б с лакокрасочным покрытием III класса; с внешним слоем из эмали МЛ-242, глянцевая, белая, образец-

4.21. Размеры отделочных древесно-волокнистых плит

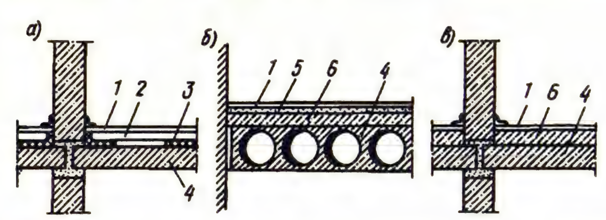
Длина		Ширина		Толщина	
номинальная	предельное отклонение	номинальная	предельное отклонение	номинальная	предельное отклонение
2700 2500 2350 2050 1200	±5	1700 1600 1220 1200 1000	±3	2,5 3,2 4 5 6	±0,3

эталон Ё4; грунтованная с обратной стороны; рустованная в клетку; длиной 2700, шириной 1700, толщиной 3,2 мм: ДВПО-Б; эмаль МЛ-242.III.Г. белая-4; ГР; 2700x1700x3,2, ГОСТ 8904—81;

плита типа А с лакокрасочным покрытием II класса; с внешним слоем из лака НЦ-2101, матовая, с декоративным печатным рисунком под тик, образец-эталон Ё16; с негрунтованной обратной стороной, гладкая, длиной 2500, шириной 1600, толщиной 4 мм: ДВПО-А; лак НЦ-2101.П.М. тик-16; НГ; 1; 2500x1600x4; ГОСТ 8904—81.

Древесно-волокнистые плиты применяют при устройстве перегородок, облицовке стен, обшивке потолков. настилке полов, а также при изготовлении дверных полотен и встроенной мебели. Особенно ценны для строительства отделочные и теплозвукоизоляционные плиты. Красивый внешний вид, разнообразие цвета и фактур, крупноразмерность, легкость монтажа и обработки, невысокая стоимость предопределяют высокую эффективность их применения.

Плиты типа А применяют для облицовки стен и потолков в зданиях с нормальным режимом эксплуатации. Плиты типа Б предназначены для облицовки стен в кухнях и санитарных узлах жилых зданий, щитовых дверей, а также в помещениях с особым санитарно-гигиеническим режимом эксплуатации (в медицинских учреждениях, продуктовых магазинах и пр.). Иногда для этих же целей применяют твердые древесно-волокнистые плиты с декоративными эмалевыми покрытиями, имитирующими глазурованные плитки. Плиты, облицованные синтетической плен-



4.4. Конструктивные решения полов с покрытиями из древесно-волокнистых плит

а — по гипсоцементобетонным панелям; *б* — по цементным стяжкам; *в* — по керамзитоцементной стяжке; *1* — сверхтвердая древесно-волокнистая плита; *2* — гипсоцементобетонная прокатная панель пола; *3* — древесноволокнистая звукоизоляционная прокладка; *4* — железобетонная панель перекрытия; *5* — цементная стяжка (20 мм); *6* — керамзитоцементная стяжка (40 мм)

кой с прокладкой текстурной бумаги под цвет и текстуру древесины ценных пород, применяют в производстве мебели, щитовых дверей, панелей и т.д.

Для покрытия полов используют сверхтвердые древесноволокнистые плиты, обработанные синтетическими смолами или высыхающими маслами. Плиты можно укладывать непосредственно по цементно-керамзитовой стяжке, гипсоцементобетонным прокатным панелям, цементным стяжкам и дощатым настилам (рис. 4.4). Древесно-волокнистые плиты хранят в закрытых помещениях рассортированными по маркам и размерам, в пачках высотой не более 700 мм для твердых и не более 1000 мм для мягких плит. Между пачками укладывают прокладки шириной не менее 80 мм и толщиной не менее 60 мм с интервалом до 600 мм. Крайние прокладки располагаются от торцов на расстоянии не более 200 мм. Высота штабеля — до 3,5 м.

4.8. ФИБРОЛИТ

Фибролитом называют материал из тонких длинных древесных стружек, скрепленных портландцементом. В зависимости от средней плотности фибролит подразделяют на три марки: Ф-300, Ф-400 и Ф-500. От средней плотности зависят основные физико-механические свойства фибролита (табл. 4.22). Фибролит выпускают в виде плит длиной 2400 и 3000 мм; шириной 600,

4.22. Физико-механические свойства фибролитовых плит

Показатель	Ф-300	Ф-400	Ф-500
Средняя плотность плит в сухом состоянии, кг/м^3	250–350	351–450	451–500
То же, аттестованных по высшей категории качества, кг/м^3	250–275	351–375	451–475
Влажность, %, не более*	20	20	20
Предел прочности при изгибе, МПа, для плит толщиной, мм:			
30	–	1,1	1,3
50	0,6	0,9	1,2
75	0,4	0,7	1,1
100	0,35	0,6	1
Модуль упругости плит при изгибе, МПа, не менее	–	300	500
Теплопроводность плит в сухом состоянии при температуре 20±2°С, Вт/(м · °С), не более	0,08	0,09	0,1
То же, аттестованных по высшей категории качества, Вт/(м · °С), не более	0,07	0,08	0,09
Водопоглощение %, по массе, не более	35	40	45

* Влажность плит, аттестованных по высшей категории качества, должна составлять не более 15%, а предел прочности при изгибе должен быть на 25% выше указанного.

1200 мм и толщиной 30, 50, 75, 100, 150 мм. Допустимые отклонения от размеров плит по длине и ширине +5, по толщине +3 мм. Изготовление плит марки Ф-300 толщиной менее 50 мм не допускается. Плиты других размеров могут быть изготовлены по заказу.

Как строительный материал фибролит обладает многими достоинствами. Плиты фибролита можно пилить и сверлить обычными деревообрабатывающими инструментами; в них легко забиваются гвозди и ввертываются шурупы; они хорошо штукатурятся и окрашиваются, прочно сцепляются с незатвердевшим бетоном и надежно крепятся к поверхности бетонных и каменных конструкций. Плиты не оказывают вредного воздействия на

соприкасающиеся с ними конструкции из других материалов. Фибролит морозостоек (выдерживает более 50 циклов замораживания—оттаивания), не загнивает, не поражается грызунами. Фибролит применяют в зданиях и сооружениях с относительной влажностью воздуха не выше 75%. По огнестойкости фибролит относится к трудносгораемым материалам.

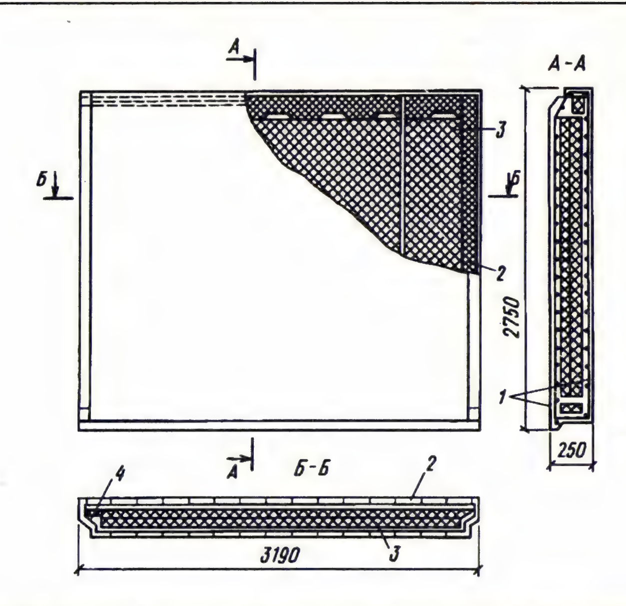
Технология изготовления фибролита. Из древесины на специальном станке получают стружку (шерсть) длиной до 5000 мм, шириной 1-4 мм и толщиной 0,2—0,7 мм. Стружку обрабатывают раствором хлористого кальция и смешивают с портландцементом марки не ниже 400 по ГОСТ 10178—85. Приготовленную фибролитовую массу загружают в металлические формы и прессуют под давлением 0,1—0,4 МПа. Затем происходит твердение и сушка. Для производства 1 м^3 фибролита расходуется в среднем 0,4 м^3 древесины, 170—200 кг цемента марки 400 и 7 кг минерализатора — хлористого кальция.

Из 1 м^3 древесины можно получить 3 м^3 плит цементного фибролита плотностью 400 кг/м^3. Для изготовления 1 м^2 плит толщиной 2,5 см необходимо около 3 кг стружки, 6 кг портландцемента марки 500 и 3 кг воды (солевого раствора). После просушки масса такой плиты составляет 10—11 кг.

Теплоизоляционный фибролит. Теплоизоляционные плиты Ф-300 применяют для утепления ограждающих конструкций — кирпичных и бетонных стен сельскохозяйственных построек, ограждений из монолитного бетона, возводимых в фибролитовой опалубке, которая остается в конструкции после бетонирования, и т.п.

Конструкционный фибролит. Плиты Ф-400 и Ф-500 применяют в конструкциях перекрытий, перегородок, покрытий сельскохозяйственных и складских зданий, а также в стенах деревянных стандартных домов. Конструкционный фибролит широко используют в сельском и жилищном строительстве в качестве среднего слоя стеновых панелей (рис. 4.5), для утепления чердачных перекрытий и совмещенных кровель (рис. 4.6), устройства карнизных панелей, вентиляционных каналов т.п. В промышленном строительстве конструкционный фибролит идет на устройство покрытий.

Акустический фибролит. Выпускают плиты марок Ф-400 и Ф-500 толщиной 30 мм. Их применяют при строительстве зданий аэропортов, фойе театров, кафе, ресторанов и т.п. Коэффициент звукопоглощения акустического фибролита приведен в табл. 4.23.

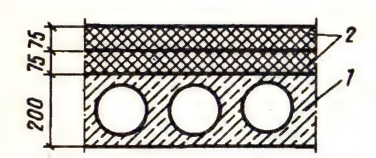


4.5. Стеновая панель, утепленная цементным фибролитом

1 — наружные фактурные слои панели; *2* — арматура бетонной облицовки; *3* — два слоя цементного фибролита; *4* — полистирольный пенопласт

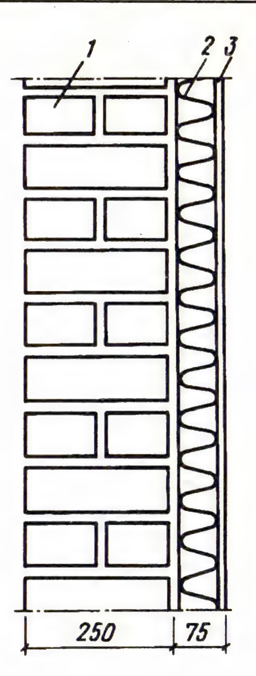
Плиты из акустического и теплоизоляционного фибролита крепят к внутренним поверхностям стен и перекрытий (рис. 4.7). После разделки швов плиты окрашивают водоэмульсионными красками с добавлением различных пигментов. Окраску выполняют обычно в два приема.

При контрольной проверке фибролита, поступающего а строительство, размеры плит определяют с точностью до 1 мм. Длину измеряют в трех местах: на расстоянии 50 мм от продольных граней плит и посередине, ширину — на расстоянии 100 мм от торцов плиты и посередине; толщину — на расстоянии 100 мм от каждого края в четырех местах по продольной и поперечной осям плиты. Толщину измеряют при помощи двух металлических пластинок, укладываемых сверху и снизу плиты в местах замера. Измерение производят штангенциркулем за вычетом толщины обеих пластинок. Размеры плит по длине, ширине, толщине вычисляют как среднеарифметическое соответствующих измерений. Качество поверхности плит проверяют визуально.



4.6. Панель перекрытия, утепленная цементным фибролитом

1 — железобетонный настил; *2* — два слоя цементного фибролита



4.7. Термоизоляция тонкой кирпичной стены

1 — кирпичная кладка; *2* — фибролитовая плита; *3* — штукатурка

4.23. Коэффициент звукопоглощения акустического фибролита

Положение плит	Коэффициент звукопоглощения плит при частоте звуковых колебаний, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Вплотную к ограждению	0,08	0,11	0,18	0,25	0,38	0,59	0,63	0,65
На расстоянии 50 мм от ограждения	0,08	0,11	0,27	0,36	0,46	0,54	0,6	0,63

4.9. АРБОЛИТ

Арболитом называют легкий деревобетон на минеральном вяжущем (ГОСТ 19222—84). Для изготовления арболита используют отходы лесопиления и переработки древесины различных пород — сосны, ели, лиственницы, березы, осины, ольхи, липы, тополя, дуба и бука, а также ветви, сучья, вершины, откомлевки, козырьки, горбыли, рейки. В качестве минерального

вяжущего чаще всего применяют портландцемент марок 400 и 500, реже — известь с гидравлическими добавками и в отдельных случаях — магнезиальный шлакощелочной цемент или гипс. Вяжущие должны удовлетворять требования следующих стандартов: портландцемент и быстротвердеющий портландцемент (ГОСТ 10178—85*); цемент сульфатостойкий (ГОСТ 22266—76*); портландцемент белый ГОСТ 965—89; портландцемент цветной (ГОСТ 15825-80).

Для ускорения твердения, а также для нейтрализации экстрактов древесины в смесь добавляют хлористый кальций, жидкое стекло, сернокислый глинозем, оксид кальция — известь (ГОСТ 9179—77). При изготовлении арболита из древесины лиственницы дробленку рекомендуется обрабатывать сначала 0,3—0,5%-ным раствором едкого натра, затем раствором сульфата алюминия и хлористого кальция. При этом расход хлористого кальция принимается на 2—3% больше, чем сульфата алюминия.

Достоинства арболита — малая плотность, хорошие теплоизоляционные свойства, достаточная прочность, огнестойкость, сопротивление загниванию. В зависимости от средней плотности арболит подразделяют на теплоизоляционный со средней плотностью до 500 кг/м^3 и конструкционный со средней плотностью 500—850 кг/м^3. В зависимости от прочности на сжатие (стандартных образцов-кубов) арболит делят на 7 классов (табл. 4.24). Свойства цементного арболита приведены в табл. 4.25.

Технология производства арболита. Для производства изделий из арболита используют серийно выпускаемое оборудование (рубильные машины, молотковые дробилки, вибрационные грохоты, растворосмесители, дозаторы, бетоноукладчики). Древесные отходы поступают сначала в рубильную машину, а затем на вторичное измельчение в молотковую дробилку. Древесная масса сортируется на вибрационном грохоте, который отсеивает кору, грунт, пыль и оставляет щепу-дробленку. Кроме дробленки для арболита пригодны станочная стружка, просеянные опилки, отдубина (отходы дубильных производств), стебли хлопчатника, костра конопли, льна, дробленая рисовая солома.

Приготовленное растительное сырье замачивают в воде, разбавленной жидким стеклом. Для ускорения твердения в смесь также вводят хлористый кальций. Полученную массу тщательно перемешивают с цементом в бетоно- или растворос-

4.24. Средняя плотность арболита в зависимости от вида заполнителя

Арболит	Класс по прочности на сжатие	Марка по прочности при осевом сжатии	Средняя плотность, кг/м^3, арболита на			
			измельченной древесине	костре льна или дробленых стеблях хлопчатника	костре конопли	дробленой рисовой соломе
Теплоизоляционный	В 0,35	М5	400–500	400–450	400–450	500
	В 0,75	М10	450–500	450–500	450–500	–
	В 1,0	М15	500	500	500	–
Конструкционный	В 1,5	–	500–650	550–650	550–650	600–700
	В 2,0	М25	500–700	600–700	600–700	–
	В 2,5	М35	600–750	700–800	–	–
	В 3,5	М50	700–850	–	–	–

4.25. Свойства цементного арболита

Показатель	Заполнитель–дробленка из отходов	
	лесопиления	лесозаготовок
Средняя плотность, кг/м^3	400–800	500–850
Прочность, МПа:		
при сжатии	0,5–5	
при изгибе	0,7–1	
Модуль упругости, МПа	250–2300	
Морозостойкость, не менее, циклы	25–50	
Водопоглощение, %	40–85	
Усадка, %	0,4–0,5	
Сорбционное увлажнение (при относительной влажности 40–90%)	4–8	4,5–12
Биостойкость	Биостойкий (Y группа)	
Огнестойкость	Трудносгораемый (огнестойкость 0,75–1,5 ч)	
Коэффициент звукопоглощения при частотах звука 125–2000 Гц	0,17–0,6	

4.26. Ориентировочный расход компонентов на 1 м³ арболита

Компонент	Расход компонентов, кг, на 1 кг арболита марки					
	5	10	15	25	35	50
Портланд-цемент М400	240/290	250/310	280/330	330/380	360/390	390/420
Древесная дробленка (сухая)	140/180	160/280	180/200	220/240	240/250	250/280
Хлористый кальций	6	6–7	7	8	8	9
Вода, л	260/310	330/380	300/360	380/430	400/460	420/480

Примечания. 1. Слева от черты – расход компонентов для древесины хвойной породы, справа – для древесины смешанных пород. Расход компонентов не учитывает применение отдубины. 2. Вместо хлористого кальция могут быть использованы иные добавки.

месителе, а затем подают в вертикальные или горизонтальные формы и тщательно уплотняют ручными, пневматическими или электрическими трамбовками. Применяется также метод виброштампования. Для ускорения твердения используют электроподогрев в формах или паровой обогрев после распалубки. Дополнительными операциями в технологии арболита могут быть армирование или нанесение фактурных слоев на поверхность изделий. Расход материалов указан в табл. 4.26. Для рекомендуемых составов древесно-цементное отношение в арболите принимают 0,6, а В/Ц 1,1—1,3 (СН 549-82).

Для армирования конструкций из арболита применяют арматуру классов А-I, А-II, А-III диаметром не более 16 мм и проволочную арматуру класса Вр-1. Арматурные изделия и закладные металлические детали должны удовлетворять требованиям ГОСТ 19222—84 и 10922—90.

Теплоизоляционные изделия из арболита применяют для устройства стен, перегородок и теплоизоляции ограждающих конструкций жилых, общественных, промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений с сухим и нормальным влажностным режимом (относительная влажность воздуха не более 60%). В зданиях с повышенной влажностью внутренние поверхности арболитовых изделий должны иметь пароизоляционное покрытие.

4.27. Теплопроводность арболита

Заполнитель	Теплопроводность арболита, Вт/(м · °С), при средней плотности, кг/м³				
	450	460	500	550	600
Измельченная древесина	0,08	0,09	0,095	0,105	0,12
Измельченные стебли хлопчатника и рисовой соломы, костры льна и конопли	0,07	0,075	0,08	0,095	0,105

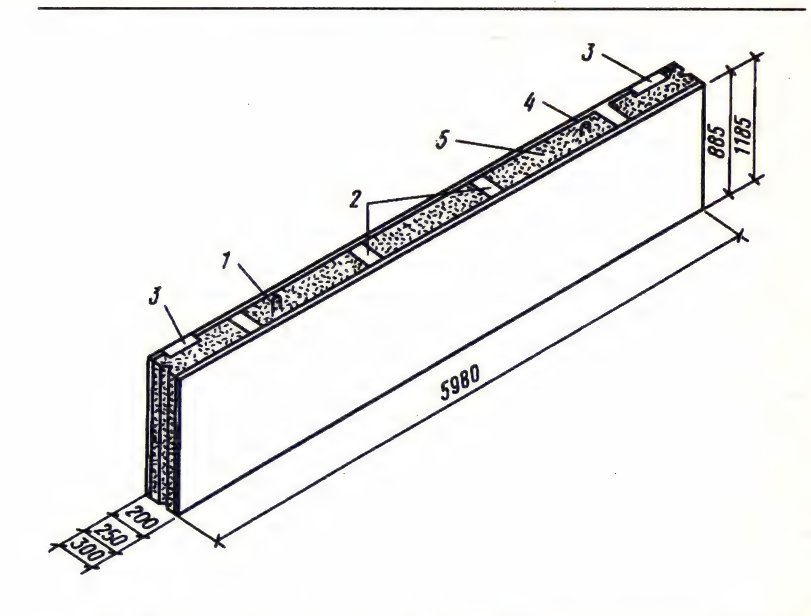
Продолжение

Заполнитель	Теплопроводность арболита, Вт/(м · °С), при средней плотности, кг/м³				
	650	700	750	800	850
Измельченная древесина	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17
Измельченные стебли хлопчатника и рисовой соломы, костры льна и конопли	0,11	0,12	–	–	–

Не допускается использовать изделия из арболита для цоколей, карнизов здания, а также стен подвалов. Теплопроводность арболита зависит от плотности материала и вида сырья (табл. 4.27).

Изделия из конструкционного арболита. Выпускают однослойные стеновые панели из арболита для производственных сельскохозяйственных зданий по номенклатуре альбома, разработанного институтом ЦНИИЭПсельстрой (шифр 16—81). Номинальные размеры панелей: длина 6; 4,5; 3; 1,8; 1,5 м, высота — 0,6; 0,9; 1,2 м, толщина 200, 250, 300, 350 мм (рис. 4.8). Для сельских жилых домов изготовляют мелкоштучные элементы, крупные блоки (серия 115 Гипролеспрома) и крупные панели размером на комнату (рис. 4.9).

Стеновые блоки домов серии 155 имеют размеры: 2290x1180x мм, 2290x580x мм. Толщина наружных стеновых блоков 240 и 280 мм, внутренних — 200 мм. Стеновые блоки изготовляют из арболита М25,. Наружные стороны блоков офактуриваются цементным раствором марки 100, внутренние

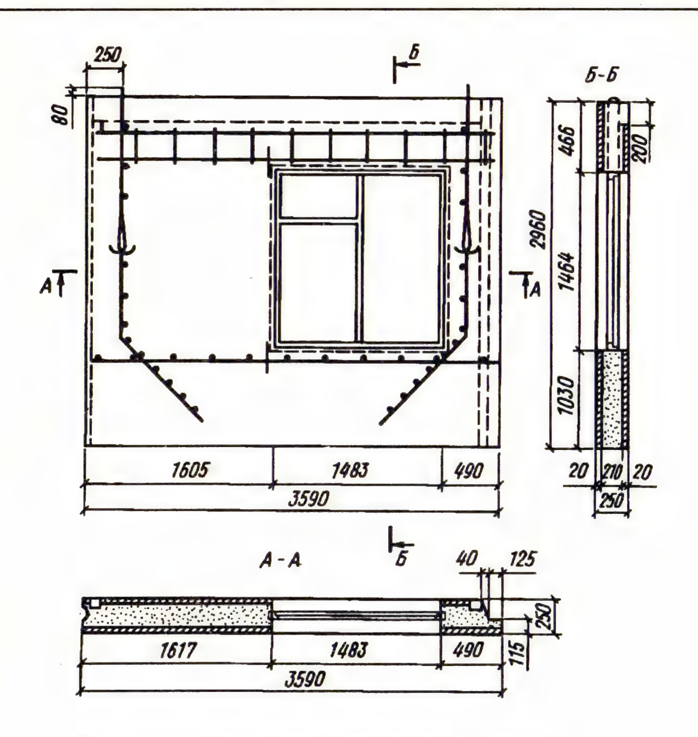


4.8. Конструкция панели из арболита для промышленных и сельскохозяйственных каркасных зданий

1 — подъемные петли; *2* — закладные детали крепления оконных блоков; *3* — то же, крепления панелей к каркасу здания; *4* — фактурный слой из цементно-песчаного раствора М100; *5* — арболит

— раствором марки 50. Толщина фактурного слоя 10 мм. Накоплен опыт строительства жилых домов усадебного типа из мелкоштучных блоков. Плотность арболита для изготовления стеновых блоков 600—700 кг/м^3, теплопроводность 0,15—0,18 Вт/(м·°С), прочность 2,5—3,5 МПа. Типовые размеры блоков 600x300x*a*; 600x150x*a*; 300x300x*a*; 600x100x*a*; 600x200x*a*, где *a* = 200, 250 мм — толщина стен.

Панели из арболита для жилищного строительства (ПН 48-1-30) имеют максимальный размер 4780x2520x300 мм. Они используются в проекте жилого дома из арболитовых панелей (альбом ЦНИИЭПгражданстроя шифр 1-10-78 «Одноэтажный одноквартирный трехкомнатный жилой дом»). Разработан комплекс конструкций из поризованного арболита для строительства жилых домов, которые выпускаются на Домодедовском заводе строительных материалов и конструкций.



4.9. Крупноразмерная панель из арболита

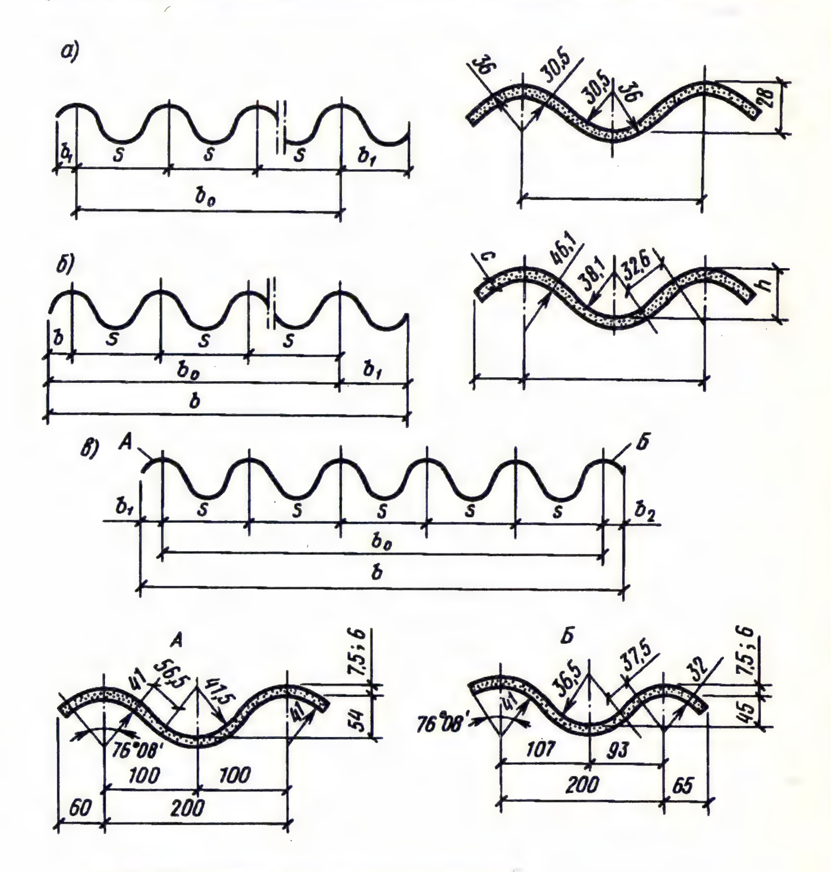
4.10. АСБЕСТОЦЕМЕНТ

Асбестоцементными называют изделия, изготовляемые из смеси асбеста, портландцемента и воды с добавками или без них. Тонкие волокна асбеста в асбестоцементе выполняют роль арматуры, а цемент, затворенный водой, служит склеивающим веществом. Асбестоцементные изделия обладают высокой прочностью при изгибе, малой теплопроводностью, стойкостью против выщелачивания минерализованными водами, малой водопроницаемостью и высокой морозостойкостью. Недостатки асбестоцемента — пониженная прочность при насыщении водой, хрупкость и коробление при изменении влажности. Применяют следующие виды асбестоцементных изделий: профилированные листы, плоские плиты, панели кровельные и стеновые,

трубы напорные и безнапорные и разнообразные специальные изделия.

Асбестоцементные листы выпускают волнистые обыкновенного (ВО) профиля (рис. 4.10, *а*) размером 1200x686 мм, толщиной 5,5 мм (ГОСТ 378—76). Их свойства приведены в табл. 4.28.

Выпускаются также волнистые листы с усиленным профилем (рис. 4.10, *б*) и листы УВ с унифицированным профилем (ГОСТ 16233—77), имеющие увеличенную высоту волн (рис. 4.10, *в*). Размер листов УВ (1750, 2000, 2500)x1125 мм при



4.10. Профили листов асбестоцемента
а — обыкновенный; *б* — усиленный; *в* — унифицированный

толщине 6; 7,5 мм. В условном обозначении листов указывается высота и шаг волны, толщина и длина листа в мм и обозначение стандарта. Например: 54/200-7,5—1750 ГОСТ 16233—77.

В зависимости от качества листы УВ подразделяются на два сорта: высший и первый. Высокая несущая способность листов УВ позволяет перекрывать ими втрое больший пролет по сравнению с листами ВО. В строительстве они находят широкое применение (табл. 4.29).

4.28. Физико-химические свойства асбестоцементных листов и деталей обыкновенного профиля

Предел прочности листов при изгибе, Па, не менее	$157 \cdot 10^5$
Средняя плотность, кг/м³	1600
Ударная вязкость, Дж/м², не менее	$1{,}5 \cdot 10^3$

4.29. Область применения асбестоцементных листов

Условные обозначения	Масса, кг	Область применения
54/200-6-1750	26	Чердачные кровли жилых и общественных зданий и сооружений
54/200-6-2000	32	Свесы чердачных кровель и стеновых ограждений производственных зданий
54/200-6-2500	39	Стеновые ограждения зданий и сооружений
54/200-7,5-1750	35	Кровли производственных зданий
54/200-7,5-2000	40	Доборные элементы кровель производственных зданий и сооружений
54/200-7,5-2500	50	То же

Свойства профилированных асбестоцементных листов ВО и УВ приведены в табл. 4.30.

Высокой прочностью обладают волнистые листы ВК (рис. 4.11, *а*), используемые для кровель и стен промышленных и сельскохозяйственных зданий. Листы имеют размеры (3300 и 6300)x1220x10 мм, шаг волны — 350 мм, высоту волны 135 мм, массу — 89 кг. В сравнении с изделиями марки УВ-7,5 листы ВК перекрывают вдвое больший пролет, меньше разрушаются при транспортировании, более прочны. При плотности 1,75 г/см³ листы ВК имеют предел прочности при изгибе 25 МПа. В двухслойных покрытиях к листу ВК в середине пролета на

4.30. Свойства асбестоцементных профилированных листов

Показатель	Профилированные листы асбестоцемента						
	ВО	УВ высшего сорта				УВ первого сорта первой категории качества	
		высшая категория качества		первая категория качества			
		УВ-6	УВ-7,5	УВ-6	УВ-7,5	УВ-6	УВ-7,5
Предел прочности при изгибе, МПа, не менее	16	18,5	21	18	20	16	19
Средняя плотность, кг/м^3, не менее	1600	1700	1750	1700	1750	1650	1700
Ударная вязкость, кДж/м^2, не менее	1,5	1,6	1,8	1,5	1,6	1,4	1,5

болтах подвешивается рамка с утеплителем. Такая конструкция эффективна для помещения с высокой влажностью, так как между утеплителем и листом образуется хорошо вентилируемое пространство. Еще более высокими конструкционными свойствами обладают листы армированного асбестоцемента (рис. 4.11, *б*).

Листы асбестоцементные плоские облицовочные (ГОСТ 18124—75) в зависимости от способа изготовления подразделяют на прессованные и непрессованные, с окрашенной или офактуренной лицевой поверхностью. Размеры плоских асбестоцементных листов и их применение приведены в табл. 4.31.

Листы по качеству разделяют на два сорта: высший и первый. Свойства плоских асбестоцементных листов указаны в табл. 4.32.

Листы, окрашенные водостойкими эмалями, применяют для облицовки стен ванных комнат, кухонь и других помещений. Листы цветные полированные предназначены для облицовки стен общественных зданий. Для покрытия полов изготовляют плитки различного цвета размером 150x150x12 и 100x100x10 мм. Водопоглощение их не более 12%, потери при истирании не более 0,25 г/см^2. Укладывают плитки на цементном растворе.



4.11. Листы волнистого конструкционного асбестоцемента
а — марки ВК; *б* — армированные; *1* — арматура; *2* — асбестоцемент

4.31. Размеры, мм, плоских листов и их применение

Класс листов	Длина	Ширина	Толщина	Область применения
Крупноразмерные	3600	1500 1200	12, 10, 8	Стеновые панели, плиты покрытий, перегородки и другие строительные конструкции; наружная и внутренняя облицовка зданий и сооружений
	3200	1200		
	3000	1500 1200		
	2500	1500 1200	6, 5, 4	
	2000	1200		
	2500	1470	7, 6	Щиты оросителей градирен
Мелкоразмерные	1570	1200		
	1500	1200		
	1500	900	10	Настилы пометные клеточных батарей для выращивания и содержания птицы
	1400	900	8	
	1200	800	10, 8, 6	Конструктивные элементы зданий, ограждения балконов и лоджий

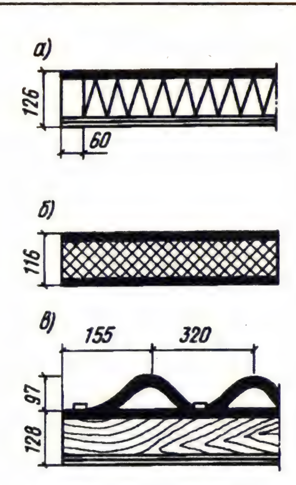
Асбестоцементные панели и плиты. Из листов толщиной 10 мм изготовляют индустриальные кровельные и навесные стеновые панели. При этом прочность листов при изгибе в 28-дневном возрасте должна быть не менее 18 МПа, средняя плотность в высушенном состоянии — не менее 1600 кг/м^3, ударная вязкость — не менее 2,2 кДж/м^2 и морозостойкость — не менее 50 циклов.

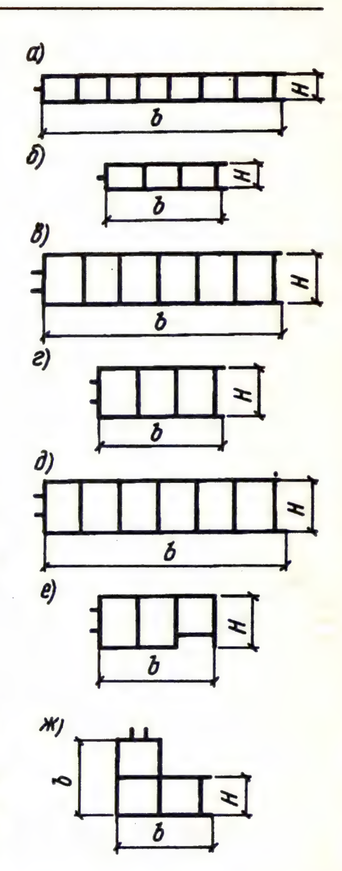
Панели, изготовляемые из асбестоцемента, могут быть каркасными, состоящими из жесткого деревянного каркаса, теплоизоляционного слоя, наружного и внутреннего облицовочных слоев, и бескаркасными с жестким или полужестким утеплителем (рис. 4.12). Асбестоцементные панели с деревянным каркасом применяют при строительстве складов, гаражей, ремонтно-механических мастерских. В качестве утеплителя используют фибролит, минераловатные плиты. Толщина панелей в зависимости от утеплителя колеблется от 12 до 20 см.

4.32. Физико-механические свойства плоских асбестоцементных листов

Показатель	Крупноразмерные, сорт				Мелкоразмерные, сорт				Для оросителей градирен	
	высший	первый	высший	первый	высший	первый	высший	первый	прессованные	непрессованные
	прессованные		непрессованные		прессованные		непрессованные			
Предел прочности при изгибе, МПа, не менее	25	23	20	18	25	23	17	16	22	20
Плотность, г/см^3, не менее	1,8	1,8	1,7	1,6	1,8	1,75	1,65	1,6	1,75	1,7
Ударная вязкость, кДж/м^2, не менее	2,6	2,5	2,5	2	2,2	2	1,6	1,5	2,2	2
Коробление, мм, не более	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	–	–
Морозостойкость, циклы	50	50	25	25	25	25	25	25	50	25

Широко применяются многопустотные плиты и панели, погонажные изделия, изготовляемые экструзионным способом. Панели и плиты экструзионные асбестоцементные (рис. 4.13, табл. 4.33) изготовляют длиной до 6 м, шириной до 750 мм и высотой 60—180 мм. Пустоты панелей заполняют эффективным утеплителем (вкладыши из минеральной ваты с плотностью не более 100 кг/м^3, поропласты). Боковые грани панелей имеют выступы, образующие при монтаже после их сочленения «замок». В пазы между выступами для уплотнения закладывают гернитовый шнур.





4.12. Конструкции асбестоцементных панелей

а — панель с деревянным каркасом и минераловатным заполнителем; *б* — трехслойная клееная панель с пенопластом; *в* — панель с применением волнистых листов

4.13. Профили экструзионных асбестоцементных панелей и плит для стен и перегородок

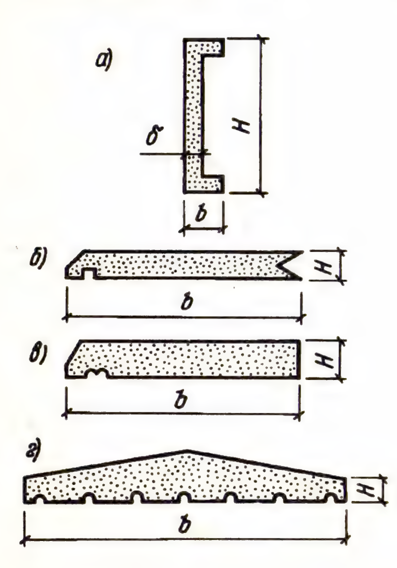
а — основная для перегородок; *б* — то же, доборная; *в* — основная для перегородок и стен; *г* — то же, доборная; *д* — доборная для стен; *е* — угловая; *ж* — угловой элемент

4.33. Маркировка и размеры экструзионных асбестоцементных панелей для стен и перегородок

Обозначение	Позиция на рис. 4.13	Размеры, мм			Масса 1 м, кг
		ширина *b*	высота *H*	длина	
ПЭА-Ст3х0,6х0,06	*а*	595	60	3000	31,69
ПЭА-Ст6х0,6х0,06				6000	
ПЭА-Ст3х0,3х0,06		295	60	3000	
ПЭА-Ст6х0,3х0,06	*б*			6000	16,35

Продолжение

Обозначение	Позиция на рис. 4.13	Размеры, мм			Масса 1 м, кг
		ширина b	высота H	длина	
ПЭА-Ст3х0,6х0,08	в	595	80	3000	35,31
ПЭА-Ст6х0,6х0,08				6000	
ПЭА-Ст3х0,6х0,12		595	120	3000	39,48
ПЭА-Ст6х0,6х0,12				6000	
ПЭА-Ст3х0,3х0,08	г	295	80	3000	18,42
ПЭА-Ст6х0,3х0,08				6000	
ПЭА-Ст3х0,3х0,12		295	120	3000	21,98
ПЭА-Ст6х0,3х0,12				6000	
ПЭА-Ст3х0,6х0,12	д	595	120	3000	39,26
ПЭА-Ст6х0,6х0,12				6000	
ПЭА-Ст3х0,3х0,12	е	300	120	3000	22,18
ПЭА-Ст6х0,3х0,12				6000	
ПЭА-Ст3х0,25х0,12	ж	250	120	3000	25



4.14. Погонажные (профильные) изделия из асбестоцемента

а — швеллер; *б*, *в* — подоконная плита; *г* — раскладка

4.34. Типы экструзионных асбестоцементных погонажных изделий и их назначение

Изделие	Позиция на рис. 4.14	Размеры, мм				Масса 1 м, кг	Назначение
		длина	ширина b	высота H	толщина δ		
Швеллер		2980	35	65	9	2,4	Каркас сборных
			35	100	9	3	конструкций: плит
			42	120	10	3,8	покрытий, стено-
	а		42	140	11	4,6	вых панелей, пере-
			45	170	12	5,8	городок
Плита		940	150		–	7,6	Подоконники
под-	*б*	1400	200	20,30	–	10,2	в гражданских и
оконная		2200	250		–	12,9	производственных
	в	2200	300		–	15,6	зданиях
		2200	250		–	18,2	
Элемент парапетный	*г*	До 3000	360	35	–	22	Покрытие парапетов зданий

Примечание. Справочная масса плит подоконных дана для толщины 30 мм.

К погонажным изделиям относят швеллеры, подоконные доски, сливы, раскладки (рис. 4.14). Основные типоразмеры погонажных изделий приведены в табл. 4.34. Физико-механические показатели экструзионных асбестоцементнх изделий представлены в табл. 4.35.

Для снижения шума в производственных, общественных и жилых зданиях применяют асбестоцементные акустические плиты. Они представляют собой сборные щиты из перфорированных сквозными отверстиями асбестоцементных листов и звукопоглощающего слоя из пористых материалов, обернутых стеклотканью или марлей, которые пропитаны огнезащитными растворами. Асбестоцементные акустические плиты имеют высокую механическую прочность и небольшую массу, огнестойки, долговечны, гигиеничны, окрашиваются в любой цвет, просты в изготовлении и монтаже.

Плиты АКП (для рулонной кровли) состоят из четырех асбестоцементных швеллеров высотой 170 мм, к которым с помощью клея или винтов крепят плоские асбестоцементные листы размером 2980х1490х10 мм (нижний лист) и 2980х1450х10 мм (верхний лист). Между швеллерами распола-

4.35. Физико-механические свойства асбестоцементных панелей и профильных изделий

Показатель	Панели кровельные	Панели стеновые	Швеллеры	Подоконные доски
Предел прочности при изгибе, МПа, не менее	18	16	16	16
Плотность, г/см³	1,75±0,15		Не менее 1,65	Не менее 1,55
Морозостойкость, цикл, не менее	50		–	–
Ударная вязкость, кДж/м², не менее	–		2	–
Разрушающая нагрузка при изгибе на пролете 0,96 м, Н, при высоте, не менее, мм:				
65	–		1570	–
100	–		1960	–
120	–		2940	–
140	–		3920	–
170	–		5390	–

гается утеплитель. Над утеплителем образуется свободное пространство (не менее 5 мм по высоте), которое в торцах здания или в пазах вдоль карниза сообщается с наружной средой. Такая конструкция позволяет применять плиты АКП в зданиях с влажностью до 35%. Плиты АКП по сравнению с панелями на деревянном каркасе обладают повышенной огне- и биостойкостью, а также лучшими эксплуатационными свойствами.

4.11. ПЕНОПЛАСТЫ

Полистирольные пенопласты представляют собой легкие твердые материалы белого цвета с равномерно замкнутой пористой структурой. Различают пенопласты прессового и беспрессового изготовления. Пенопласты прессового изготовления имеют марки ПС-1, ПС-4, ПС-18, ПС-254, ПС-БСГ и др. Наиболь-

4.36. Физико-механические свойства прессовых полистирольных пенопластов ПС-1 и ПС-4

Показатель	ПС-1			ПС-4	
Плотность, кг/м^3	60	100	200	30	60
Предел прочности при сжатии, МПа	0,3	1	3	0,2	0,4
Модуль упругости при сжатии, МПа	–	55	100	–	33,5
Ударная вязкость, кДж/м^2	–	1,1	1,9	–	0,94
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · °С)	0,035	0,038	0,052	0,044	0,039
Усадка при 60°С за 24 ч, %	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Рабочая температура, °С	60–65	60–65	60–65	70–80	70–80
Водопоглощение за 24 ч, %, не более			0,3		

шее применение находят пенопласты ПС-1 и ПС-4. Сырьем для них служит эмульсионный полистирол, порообразователем — азодинитрил диизомасляной кислоты, этиловый спирт и углекислый аммоний.

Физико-механические свойства прессового пенополистирола зависят от плотности (табл. 4.36). С увеличением массы повышается прочность, снижается водопоглощение, гигроскопичность, воздухо- и паропроницаемость.

Пенопласты ПС-1 и ПС-4 достаточно биостойки, морозостойки (коэффициент морозостойкости после 25 циклов 0,85—0,87) и водонепроницаемы. Эти пенопласты также стойки в пресной и морской воде, в растворенных и некоторых концентрированных кислотах, щелочах, спиртах, смазочных маслах. Они нестойки к органическим растворителям (бензолу, дихлорэтану и др.), бензину, дизельному топливу, сложным эфирам, концентрированной азотной кислоте. Их недостаток — горючесть.

4.37. Физико-механические свойства пенополистирольных плит

Показатель	Категория качества и марка							
	высшая				первая			
	15	25	35	50	15	25	35	50
Плотность, кг/м^3	До 15	15,1–25	25,1–35	35,1–50	До 15	15,1–25	25,1–35	35,1–50
Прочность на сжатие при 10% линейной деформации, МПа, не менее	0,1	0,1	0,16	0,2	0,04	0,08	0,14	0,16
Предел прочности при изгибе, МПа, не менее	0,07	0,18	0,25	0,35	0,06	0,16	0,2	0,3
Теплопроводность в сухом состоянии при (25±5) °С, Вт/(м · К), не более	0,042	0,039	0,037	0,04	0,043	0,041	0,038	0,041
Время самостоятельного горения плит ПСБ-С, с, не более			4				4	
Влажность плит, %, не более			12				12	
Водопоглощение за 24 ч, % по объему, не более	3	2	2	1,8	4	3	2	2

Пенополистирол ПСБ и ПСБ-С получают беспрессовым методом. Сырьем служит суспензионный полистирол, а для ПСБ-С — полистирол с пониженной горючестью (самозатухающий). Пенополистирол марок ПСБ и ПСБ-С, выпускаемый в виде плит и блоков (ГОСТ 15588—86), представляет собой материал из тонкоячеистых сферических гранул, спекшихся друг с другом. В зависимости от плотности беспрессовый полистирол делят на марки 15, 25, 35 и 50.

Размеры плит, мм: по длине 900—5000 с интервалом 50; по ширине 50—1300 с интервалом 50; по толщине 20—500 с интервалом 10. Плиты применяют в соответствии со СНиП II-26-76.

Физико-механические свойства пенополистирольных плит (табл. 4.37) позволяют эффективно использовать их в комбинированных конструкциях.

Пенопласт ПСБ-С не обладает горючестью после удаления источника огня, его горение прекращается в течение 5 с и менее.

Пенопласт ПСБ имеет низкий коэффициент звукопоглощения, почти воздухонепроницаем и биостоек. При повышении температуры прочностные показатели ПСБ снижаются. Температура изолируемых поверхностей не должна быть выше 80°С. По стойкости к агрессивным средам полистирольные пенопласты ПСБ и ПСБ-С близки пенопластам ПС-1 и ПС-4.

Поливинилхлоридные пенопласты обладают высокими физико-механическими свойствами (табл. 4.38, 4.39). Они менее горючи по сравнению с полистиролом. Прессовый пенополивинилхлорид выпускают марок ПВХ-1 и ПВХ-2 (жесткие) и ПВХ-3 (эластичный), а беспрессового изготовления — жесткий ПВ-1.

Поливинилхлоридные пенопласты выпускают в виде прямоугольных плит размером 750x750x50; 500x500x50; 500x200x50 и 200x200x50 мм. Эти материалы имеют закрытые поры, поэтому коэффициент звукопоглощения их невелик. Пенопласты ПВХ-1, ПВХ-2 и ПВХ-3 устойчивы к действию воды, масел, жидких топлив, органических растворителей, разбавленных щелочей и кислот. Пенопласты легко обрабатываются на деревообрабатывающих станках и ручным столярным инструментом. Их можно склеивать между собой, а также с другими материалами (древесиной, пластмассами, металлами). Недостаток поливинилхлорида — корродирующее действие на металлы из-за высокого (56,8%) содержания хлора.

Фенолформальдегидные пенопласты более прочны и огнестойки по сравнению с поливинилхлоридными. Пенопласты ФПБ, ВП5, ФЛ-3 выпускают в виде плит для теплоизоляции по ГОСТ 20916—87 (табл. 4.40). Это жесткие пористые материалы розового цвета, применяемые при температуре изолируемых поверхностей ограждающих конструкций не выше 130°С. Размеры плит, мм: длина 600-3000 с интервалом 100; ширина 500—1200 с интервалом 100; толщина 50, 60. 70, 80, 100. 120 и 150.

4.38. Физико-механические свойства поливинилхлоридных пенопластов прессового изготовления

Показатель	ПВХ-1		ПВХ-2		ПВХ-Э	
Плотность, кг/м^3	70–100	100–130	130–170	170–220	100–150	180–270
Прочность при 10%-ной деформации, МПа:						
при сжатии	0,4–0,9	0,7–1,5	0,8–2	1,5–4,5	0,03	0,05
" растяжении	1,2–2,5	2–3,5	3–5	4,5–6	0,15–0,35	0,4–0,6
" изгибе	1,5–2,8	2–4	3–5	5–6,5	–	–
Модуль упругости, МПа, не менее:						
при сжатии	–	80	–	205	–	–
" растяжении	–	85	–	180	–	–
" сдвиге	–	18,5	–	48,5	–	–
Ударная вязкость, кДж/м^2	0,7–1,3	0,9–1,5	1,2–2	1,7–2,5	–	–
Водопоглощение за 24 ч, %, не более	0,25	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5
Усадка линейная при 60°C за 24 ч, %, не более	1	1	1	1	–	5
Рабочая температура, °C	От +60 до –60				От +40 до –30	От +40 до –10
Коэффициент теплопроводности, Вт/м · °C, не более	0,026	0,043	0,043	0,052	0,043	0,043

4.39. Физико-механические свойства беспрессового поливинилхлоридного пенопласта ПВ-1

Плотность, кг/м³	50—80	80—100
Предел прочности при сжатии, МПа, не менее	0,2	0,4
Водопоглощение за 24 ч, %, не более	0,25	0,25
Линейная усадка за 24 ч при 70°С, %, не более	1	1

4.40. Физико-механические свойства фенольных пенопластов

Показатель	ФПБ	ФПБ типа ВП5	ФЛ-3		
Кажущаяся плотность, кг/м³	34–45	40–60	40–60	80	150–180
Предел прочности при сжатии, МПа	0,09	0,17–0,3	0,2–0,4	0,5–0,6	1,5–3
Коэффициент теплопроводности воздушно-сухого материала, Вт/(м · К)	0,041	0,041–0,045	0,041–0,045	0,045–0,048	0,05–0,055
Водопоглощение за 24 ч при 96%-ной относительной влажности воздуха (гигроскопичность), % по массе, не более	25	25	10	10	10
Водопоглощение при погружении в воду за 24 ч по объему, %, не более	–	–	40	40	40
Рабочий диапазон температур, °С (длительное воздействие)	От –60 до +100	От –60 до +130	От –60 до +180	От –60 до +180	От –60 до +180
Кислотность, pH, не ниже	–	–	7	7	7
Горючесть	Сгораемый	Трудносгораемый			
Показатель горючести	–	0,35	0,32	0,32	0,32

4.41. Физико-механические свойства пластиприна

Показатель	Категория качества						
	первая				высшая		
Плотность, кг/м^3, не более (марка)	80	100	125	150	80	100	125
Прочность на сжатие при 10%-ной линейной деформации, МПа, не менее	0,12	0,15	0,2	0,3	0,15	0,17	0,22
Предел прочности при изгибе, МПа, не менее	0,18	0,23	0,28	0,36	0,23	0,25	0,3
Водопоглощение, % по объему, не более	8	7	6	5	7	6	5
Теплопроводность, Вт/(м · °С), не более	0,041	0,045	0,046	0,05	0,041	0,045	0,046

4.42. Рецептура пенопластов марки ФПБ

Компонент	Расход материалов в частях по массе при плотности, кг/м^3		
	40	60	40
	При вертикальном вспенивании композиции		При горизонтальном вспенивании композиции
Фенолформальдегидная смола СФЖ-3016 марки Б	100	100	100
Поверхностно-активное вещество ОП-7	3	3	3
Алюминиевая пудра ПАП-1	1,2	1	1,8
Вспенивающий отверждающий агент ВОА*	25	25	25

* Состав ВОА в частях по массе 1:0,4:0,33 (бензолсульфокислота техническая, ортофосфорная кислота техническая, диэтиленгликоль марки ДГ).

Эффективны теплоизоляционные плиты на основе фенольных новолачных смол в связи с возможностью введения в исходную композицию значительного количества дешевого на-

4.43. Рецептура пенопластов марки ФПБ типа ВП5

Компонент	Единица измерения	Расход материала при плотности, кг/м^3	
		40	60
Смоляная композиция	Части по массе	108	107,5
Ортофосфорная кислота техническая	Части по объему	3,8	1,9
Катализатор отверждения (раствор бензолсульфокислоты в этиленгликоле, взятой в соответствии 7:3 по объему)	Части по объему	25	25

4.44. Рецептура поропластов марки ФЛ-3

Компонент	Единица измерения	Расход материалов при плотности, кг/м^3				
		40–50	60–70	80–90	150–160	180–200
1. Смоляная композиция	Части по массе	72–80 5,05	71,75–79,75 3,75	71,8–79,8 4,13	71,4–79,4 2,03	71,3–79,3 1,53
2. Ортофосфорная кислота техническая	Части по объему	3,33	2,5	2,7	1,33	1
3. Катализатор отверждения (раствор бензолсульфокислоты в этиленгликоле, взятых в соотношении 7:3 по объему)	То же	18–20	18–20	18–20	18–20	18–20
4. Мочевиноформальдегидная смола КФ-МТ или КФ-Ж (вводится в компонент 1 перед смешиванием компонентов 1 и 2)	Части по массе	25–33	25–33	25–33	25–33	25–33

полнителя (песка, вулканических шлаков, перлита и др.). Плиты термоизоляционные из перлитопластбетона и из пластиприна типа ШЛ используют для тепловой изоляции строительных ограждающих конструкций и промышленного оборудования при температуре изолируемых поверхностей от —60 до +130°С. Плиты изготовляют на основе фенолформальдегидных смол, газообразователей, отвердителей и наполнителя (вулканического шлака). Размеры плит, мм: длина 1500—3000 с интервалом

4.45. Рецептура смоляной композиции для пенопласта марки ФПБ типа ВП5

Компонент	Расход материалов в частях по массе при плотности, кг/м^3	
	40	60
Фенолформальдегидная смола СФЖ-3016 марки Б	100	100
Поверхностно-активное вещество ОП-7 или ОП-10	4	4
Алюминиевая пудра ПАП-1 (ПАП-2)	1	0,5
Кремнефтористый натрий	3	3

4.46. Рецептура смоляной композиции для поропласта марки ФЛ-3

Компонент	Расход материалов в частях по массе при плотности, кг/м^3				
	40–50	60–70	80–90	150–160	180–200
Фенолформальдегидная смола СФЖ-309 марки ВИАМ-Б	67–75	67–75	67–75	67–75	67–75
Поверхностно-активное вещество ОП-7 или ОП-10	4	4	4	4	4
Алюминиевая пудра ПАП-1 (ПАП-2)	1	0,75	0,8	0,4	0,3

100; ширина 1200; толщина 50—100 с интервалом 10. В зависимости от предельного значения плотности плиты подразделяют на марки: 80, 100, 125, 150 (табл. 4.41). Рецептуры пенопластов ФПБ, ФЛ-3 для заливки в полости строительных конструкций приведены в табл. 4.42—4.44, а смоляных композиций для них — в табл. 4.45, 4.46.

Полиуретановые пенопласты образуются в результате взаимодействия диизоцианатов с полиэфирами в присутствии катализаторов, воды, эмульгаторов и других добавок. Используя различное сырье и регулируя степень смешивания, можно получить пенопласты жесткие и эластичные, с открытыми и закрытыми порами, плотные и рыхлые, высокопрочные и средней прочности.

4.47. Физико-механические свойства пенополиуретанов

Показатель	ПУ-101	ППУ-3 при номинальной плотности, кг/м³				ППУ-304Н
		50	100	150	200	
Плотность, кг/м³	100	40–60	100–120	140–160	180–220	30–50
Предел прочности при сжатии, МПа	0,8	0,2	0,3	1,4	2,5	0,15
Ударная вязкость, кДж/м²	0,4	0,4	0,8	1	1,3	–
Линейная усадка за 24 ч, %, не более	0,3 (при 150°С)	1	1	1	1	1
Водопоглощение за 24 ч, %	0,1	1	1	1	1	0,3
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · °С)	0,031	–	–	–	–	0,034
Рабочая температура, °С	130–150	100–120	100–120	100–120	100–120	80

Наибольшее применение среди жестких пенополиуретанов находят ПУ-101, ППУ-3, ППУ-304 (табл. 4.47). Пенопласт ПУ-101 имеет замкнутую ячеистую структуру, прочен, водостоек, хорошо прилипает к поверхностям в процессе вспенивания и применяется как заливочный пенопласт (цвет светло-желтый). Пенопласт ППУ-3 имеет более мелкие, в основном закрытые ячейки, цвет пенопласта — от белого до светло-коричневого. Пенополиуретан ППУ-304Н применяется для напыления на изолируемые (от шума или охлаждения) поверхности.

Цвет пенопласта желтый или зеленовато-желтый. Недостаток пенополиуретанов — горючесть. Для снижения горючести полиуретаны модифицируют различными добавками или наполняют негорючими компонентами. Так, стеклопенополиуретан (СППУ) состоит из легкого минерального наполнителя стеклопора и вспенивающейся полиуретановой композиции, имеет плотность 70 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,04 Вт/(м·°С).

4.48. Свойства карбамидных пенопластов

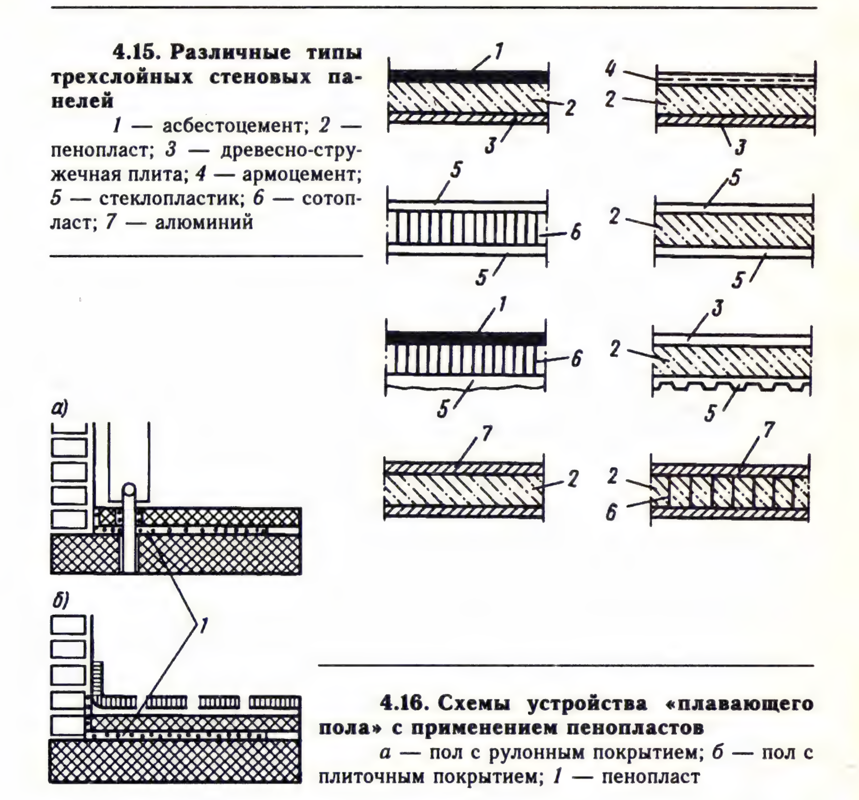
Показатель	Мипора		Пенопласт МФП
	М	Н	
Плотность, кг/м^3	10–20	10–20	10–25
Содержание влаги, %, не более	15	12	–
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · °С), не более	0,04	0,03	0,03–0,032
Рабочая температура, °С	До +100	До +100	От –60 до +100
Горючесть	При 500 °С обугливается, но не загорается	Выдерживает пробу на невоспламеняемость в кислороде	Трудновоспламеняем

Эластичный пенополиуретан в зависимости от плотности и размера ячеек выпускают следующих марок: ППУ-Э-25-1,8; ППУ-Э-25-3,2; ППУ-Э-35-0,8 (первая цифра обозначает плотность, кг/м^3; вторая — средний размер ячеек, мм). Это газонаполненные легкие материалы с преобладанием открытых пор, они сохраняют эластичность в интервале температур от -15 до +100°С, малогигроскопичны, водостойки, противостоят действию бензина и смазочных масел, обладают хорошими акустическими свойствами.

Карбамидные пенопласты -- это преимущественно легкие пенопласты плотностью до 40 кг/м^3, имеющие большое количество сообщающихся пор, например мипора периодического способа изготовления и пенопласт МФП непрерывного способа изготовления (табл. 4.48).

Карбамидные пенопласты гидрофильны и недостаточно биостойки. Поэтому в строительных конструкциях их нужно защищать алюминиевой фольгой, битумными мастиками или водонепроницаемыми пленками.

Применение. Большинство пенопластов применяют для трехслойных панелей (рис. 4.15). Обшивками служат алюминий, асбестоцемент, стеклопластики, армоцемент и т.д. Средний слой обеспечивает тепло- и звукоизоляцию, а также служит соединительным элементом обшивок панели. В качестве средне-



4.15. Различные типы трехслойных стеновых панелей

1 — асбестоцемент; *2* — пенопласт; *3* — древесно-стружечная плита; *4* — армоцемент; *5* — стеклопластик; *6* — сотопласт; *7* — алюминий

4.16. Схемы устройства «плавающего пола» с применением пенопластов

а — пол с рулонным покрытием; *б* — пол с плиточным покрытием; *1* — пенопласт

го слоя трехслойных панелей используют пенополистирол, пенополиуретаны, а также фенолформальдегидные или карбамидные пенопласты. Применение пенопластов заливочного типа позволяет получить крупногабаритные конструкции в условиях строительства при нормальной температуре.

Пенопласты пригодны в качестве звукоизоляционного материала при устройстве полов, перекрытий, перегородок и для внутренней отделки стен. В конструкции «плавающего» пола (рис. 4.16) покрытие располагается на пенопласте, не соприкасаясь ни с основанием, ни со стенами. Для отделки стен и перекрытий широко применяют пенополистирол и пенополиуретан, облицованные древесным шпоном, бумагой и полимерными пленками.

В сельскохозяйственном строительстве применяют малогигроскопичные фенолоуретановые и фенольные пенопласты

марки ФРП-1 для трехслойных панелей подвесного потолка животноводческих помещений, эксплуатируемых при относительной влажности воздуха до 90%. Конструкция подвесного потолка включает обшивку из древесно-стружечных плит толщиной 19 мм и алюминиевые листы толщиной 0,8 мм; утеплителем служит слой пенопласта ФРП-1 плотностью 50-60 кг/м^3 толщиной 60 мм. Панель имеет размеры 3x1,5 м. Верхние и нижние обшивки соединены между собой обрамлением из древесно-стружечных плит толщиной 19 мм. Элементы соединяют при помощи заклепок на клее 88-Н.

Пенопласты применяют в конструкциях сборных домов, для теплоизолирующей опалубки, герметизации стыков. Эластичный пенополиуретан используют в оконных и балконных дверных проемах в качестве утеплителя.

4.12. СТЕКЛОПЛАСТИКИ

Стеклопластики — это листовые материалы из стеклянных волокон или тканей, связанных полимером. Стеклянные волокна служат армирующими элементами; они воспринимают основные нагрузки при работе материала в конструкциях. Полимер не только связывает стеклянные волокна, но и распределяет усилия между ними, защищает материал от внешних воздействий. Совместная работа стеклонаполнителя и полимера обеспечивает стеклопластикам высокую ударную прочность, стойкость к атмосферным и химическим воздействиям, высокие тепло-, электро- и звукоизоляционные свойства.

Стеклопластики на основе ориентированных волокон. К ним относятся материалы типа СВАМ и АГ-4С, а также ленты и стержни, состоящие из стекложгутов, пропитанных полимерным связующим. В стеклопластиках СВАМ и АГ-4С волокна расположены слоями по толщине материала. Связующим служат модифицированные фенольные, эпоксидные, эпоксидно-фенольные полимеры. Стеклопластики этой группы обладают наибольшей прочностью, что в сочетании с химической стойкостью делает их эффективным материалом для строительных конструкций, арматуры, труб, емкостей.

Стеклопластики на основе рубленых волокон изготовляют в виде волнистых или плоских светопрозрачных листов на полиэфирном связующем. Такие листы предназначены для

кровли, имеют прочность на растяжение 60—90 МПа и модуль упругости в пределах 5—7 тыс. МПа. Их применяют в светопрозрачных панелях, для ограждения лестниц, балконов и барьеров, для прозрачных навесов и перегородок, при устройстве верхнего света, в заполнениях оконных переплетов и дверных проемов.

Стеклопластики на основе стекломатов. Материалом основы служит стекловойлок из грубых волокон. Такие стеклопластики обладают несколько меньшей прочностью на растяжение (до 45 МПа). Связующим для них служат феноло- или крезолоформальдегидные полимеры с добавкой гипса. Стекловойлочные стеклопластики дешевы, их можно применять для обшивки трехслойных стеновых панелей и для изготовления малонапряженных конструкций и деталей.

Пресс-материал (премикс) — это пастообразная масса, состоящая из полиэфирного связующего и наполнителей: асбеста, стекловолокна, мелкодисперсных порошков минерального и органического происхождения. Из премикса формуют крупногабаритные изделия (оконные и дверные блоки, санитарно-технические изделия), а также различную фарнитуру.

Стеклопластики на основе тканей (стеклотекстолиты). Связующим для тканей служат модифицированные фенольные, эпоксидные, полиэфирные полимеры. Стеклотекстолиты выпускают в виде листов размером 1000x2400 мм, толщиной 0,5—15 мм при плотности 1600—1850 кг/м^3. Основным сырьем служат стеклоткани и сетки различных марок Т, ТС, Э, А, АС и др.). Содержание связующего 26—45% по массе. Основной способ изготовления стеклотекстолитов — прессование при высоком давлении и температуре.

Стеклотекстолиты используют при устройстве комбинированных опалубочных щитов и форм, а также при изготовлении наружных стеновых панелей и других конструкций. Стеклотекстолиты марок КАСТ, КАСТ-В, СКМ-1, СТ-911-С и др. имеют прочность при сжатии 210—430 МПа вдоль слоев и 350—420 МПа перпендикулярно слоям; прочность при растяжении 140—415 МПа. Наиболее распространен стеклотекстолит марки КАСТ-В. Его получают горячим прессованием полотнищ стеклоткани АССТ (б), пропитанных фенольно-поливинилбутирольным связующим. Стеклопластик КАСТ-В идет на изготовление трехслойных панелей, оболочек и других строительных конструкций.

Свойства и применение стеклопластиков. Основные свойства стеклопластиков приведены в табл. 4.49 и 4.50.

Стеклопластики выгодно отличаются от многих традиционных материалов (металла, железобетона) способностью длительно работать в условиях агрессивных сред, а также в зданиях, к которым предъявляются специальные требования свето- и радиопрозрачности (немагнитности). Применение стеклопластиков в строительстве снижает массу конструкций, сокращает трудоемкость их изготовления, улучшает качество строительных работ, уменьшает расход металла, дерева, цемента и сокращает сроки строительства. В деревянных и комбинированных конструкциях стеклопластики применяют в качестве обшивок панелей, для заполнения световых проемов, деталей и дверей, крепежных деталей (нагелей, болтов, накладок, шайб), арматуры, а также в качестве напыляемых защитных покрытий. Наибольшее применение находят волнистые и профилирован-

4.49. Физико-механические свойства стеклопластиков

Материал	Плотность, кг/м³	Водопоглощение за 24 ч, %, не более	Предел прочности, МПа, при			Модуль упругости, МПа	Ударная вязкость, кДж/м²
			растяжении	сжатии	изгибе		
Стеклопластик полиэфирный листовой, плоский и волнистый	1400	1,5	60	90	130	6000	–
Стеклопластик конструкционный КАСТ-В толщиной до 7 мм	1850	0,5	230	95	240	–	–
Стеклопластик листовой типа СВАМ	1900–2000	0	450	400	700	28500	500
Стеклопластик прессовочный АГ-4 марки:							
В	1700–1900	0,2	80	100	120	18000	30
С	1700–1900	0,2	500	200	250	18000	150

4.50. Деформационные и теплофизические свойства стеклопластиков

Показатель	Стеклопластик		
	ориентированный	на основе рубленого волокна	на основе тканей
Коэффициент длительного сопротивления:			
для предела прочности при растяжении	0,92–0,65	0,5–0,34	0,67–0,58
для модуля упругости при растяжении	0,7	0,55–0,6	0,86–0,68
Коэффициент теплового расширения	Для всех видов стеклопластика около 2×10^{-5}		
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · °С)	0,42–2,2		

ные полиэфирные стеклопластики. Волнистые стеклопластики, обладая повышенной светопрозрачностью при относительно малой массе 1 м² (2,5—2,7 кг), а также достаточно высокой прочностью и жесткостью, весьма эффективны при устройстве светопрозрачных покрытий. такие покрытия легче кровли из стеклоблоков в 12—18 раз. Волнистые стеклопластики применяются также в сочетании с другими материалами, обеспечивающими повышенную жесткость и прочность изделий.

Плоские стеклопластики используют в деревопластмассовой опалубке для сборного и монолитного железобетона. Листы приклеивают на сплошное дощатое основание либо крепят к несущему каркасу. При использовании стеклопластиков следует учитывать, что они недостаточно жестки и огнестойки, склонны к ползучести, подвергаются старению. В связи с этим применение стеклопластиков в несущих конструкциях ограничено.

4.13. ЛИСТОВЫЕ МЕТАЛЛЫ

Листовая кровельная сталь, выпускаемая листами прямоугольной формы, в зависимости от состояния поверхности, наличия загнутых углов и порванных участков делится на две группы: СТК-1 и СТК-2. Толщина листов кровельной стали 0,35—0,8, ширина 510—1000, длина 710—2000 мм. Листы упаковывают в пачки массой до 80 кг. На верхнем листе наносят краской или привешивают

ярлык с указанием группы стали, завода-изготовителя, массы пачки, размера и массы листов.

Тонколистовая оцинкованная сталь изготовляется на основе кровельной стали. Для покрытия применяют цинк марок Ц0, Ц1, Ц2 и Ц3 с добавлением в ванну алюминия и других металлов. Слой цинка толщиной не менее 20 мкм наносится на листы с обеих сторон с расходом по массе более 285 г/м^2. Листы оцинкованной стали должны иметь прямоугольную форму, чистую поверхность, не иметь трещин, наплывов цинка, темных и ржавых пятен или точек. Допускаются полосы от валков цинковальной машины, легкие царапины, потертости без нарушения сплошности цинкового покрытия, светлые и матовые пятна, местная шероховатость покрытия, следы от перегибов листа. При испытании на прочность сцепления цинкового покрытия с основным металлом толщиной до 0,8 мм листы должны выдерживать изгиб на 180°, а при толщине 0,81—1,5 мм — один перегиб. В месте изгиба не должно быть отслоений цинкового покрытия, обнажающих поверхность стали. Допускается мелкая сетка трещин по всей длине изгиба и отслоение покрытия на расстоянии до 6 мм от краев. Листы оцинкованной стали имеют размеры 710x1420 мм при толщине листа 0,35—0,8 мм и 1000-2000 мм при толщине листа 1—1,5 мм. Оцинкованные листы промасливают нейтральным минеральным маслом и упаковывают так же, как и тонколистовую сталь.

Листы из алюминия и алюминиевых сплавов выпускают марок А7, А6, А5, А0, АД0, АД1 (из алюминия) и ММ, Д12, АМЦ, АМцС, АМг2, АМг3, АМг5, АМг6, АВ, Д1, Д16, В95-1, ВД1 (из алюминиевых сплавов). Листы имеют размеры (600—2000)x(2000—7200) мм, толщину 0,3—10,5 мм.

Преимущества листов алюминия: малая масса, высокая прочность, стойкость против коррозии (в 10—20 раз выше, чем у стали); отсутствие искр при ударах (имеет значение при работах с растворителями). Кроме того, листовой алюминий сохраняет пластичность при низких температурах, что особенно важно для строительства в северных и восточных районах.

Недостатки алюминиевых сплавов: низкий модуль упругости (71000 МПа), более высокий, чем у стали, коэффициент линейного расширения (0,000023°С$^{-1}$), пониженная жаропрочность. При контрольной проверке алюминиевые листы определяют на прочность методом растяжения образцов в направлении, перпендикулярном направлению прокатки.

На углу листа, на расстоянии не более 30 мм от кромки, выбивают или наносят быстросохнущей краской марку алюминия или сплава, плакировку, состояние материала, толщину листа и номер партии.

Алюминиевые листы упаковывают в пачки, предварительно смазав смесью, состоящей из технического вазелина (10—15%), индустриального масла (80—85%) и присадки АКОР-1 (5—10%). Вместо смазки листы могут быть переложены упаковочной антикоррозионной бумагой, промасленной указанной смесью. Пачку завертывают в пакет, состоящий из двух слоев промасленной бумаги и одного слоя упаковочной водонепроницаемой бумаги. При использовании в конструкциях листы алюминия должны быть освобождены от смазки.

Глава 5. СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

5.1. НАГЕЛИ, ГВОЗДИ, ВИНТЫ

Стальные цилиндрические нагели. К ним относятся гладкие цилиндрические стержни сплошного или трубчатого сечения, а также гвозди, болты, тяжи (табл. 5.1; 5.2; рис. 5.1). Цилиндрические нагели применяют для соединения элементов составных стержней, присоединения стержней решетки с небольшими усилиями в узлах ферм, стыков поясов ферм, балок и др. Они воспринимают усилия сдвига, возникающие между элементами по плоскостям сплачивания, и работают в основном на изгиб (редко на срез, например при металлических накладках). Цилиндрические нагели рассчитывают как стержни, находящиеся в упругопластической среде, работающие по двум основным схемам нагружения: симметричной (рис. 5.2) и несимметричной (рис. 5.3). Симметричные соединения бывают двусрезные и четырехсрезные, а несимметричные — односрезные и многосрезные.

Расчетную несущую способность цилиндрических нагелей в соединениях элементов конструкции, выполненных из древесины сосны и ели, при направлении усилий вдоль волокон элементов определяют по табл. 5.3. Если усилие, передаваемое

5.1. Сортамент гвоздей

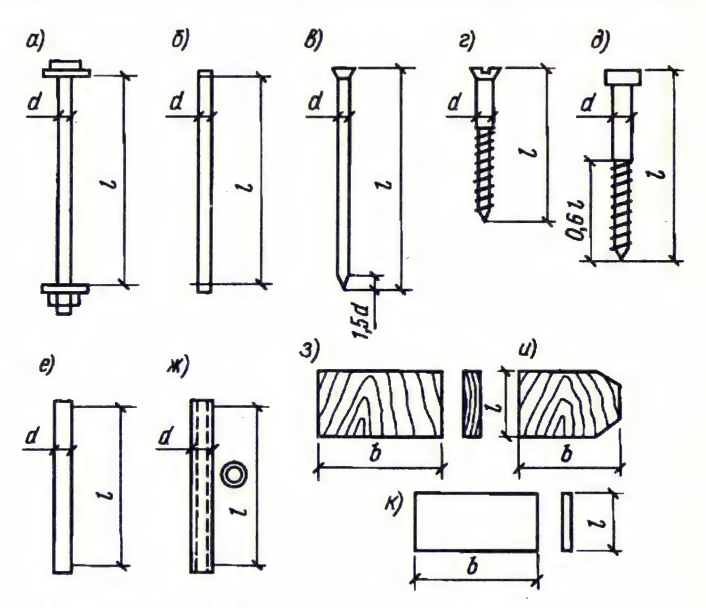
Гвозди	Длина, мм	Градация, мм
Строительные проволочные круглые	20–50	5
	60–110	10
	125–250	25
Проволочные квадратные	50–110	10
	125–250	25
Проволочные круглые:		
толевые (черные и оцинкованные)	20–40	5
кровельные	45; 50	–
штукатурные	30; 40	–
отделочные (черные и оцинкованные)	9; 12 15–40	5
обойные	7; 9; 12; 15–30	5

5.2. Сортамент болтов и тяжей

Болты и тяжи	Наружный диаметр резьбы, мм	Длина, мм
С шестигранной головкой (нормальной точности)	6–48	6–300
С шестигранной головкой (повышенной точности)	6–48	10–300
Системы Минтрансстроя (высокопрочные)	18, 22, 24	16–300

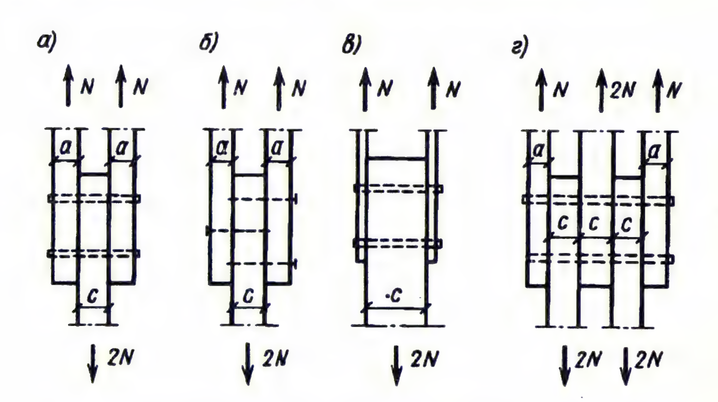
нагелем, не совпадает с продольным направлением волокон элемента, то вычисляемые по табл. 5.3 значения несущей способности нагеля на один срез умножают на коэффициент влияния угла действия усилия (табл. 5.4). При использовании древесины других хвойных и лиственных пород, при эксплуатации соединений в условиях повышенной температуры и влажности, а также при воздействии кратковременных ветровых, монтажных и сейсмических нагрузок помимо коэффициента угла действия усилия вводятся дополнительные поправочные коэффициенты.

Соединение на гвоздях и винтах. В месте забивки гвоздя древесина сминается, образуются продольные трещины, отщепы (рис. 5.4). Частично эти недостатки устраняются применением гвоздей крестообразного профиля, для которых можно не сверлить отверстия даже при диаметре более 6 мм. Улучшенными свойствами обладают гвозди из стеклопластика АГ-4С.



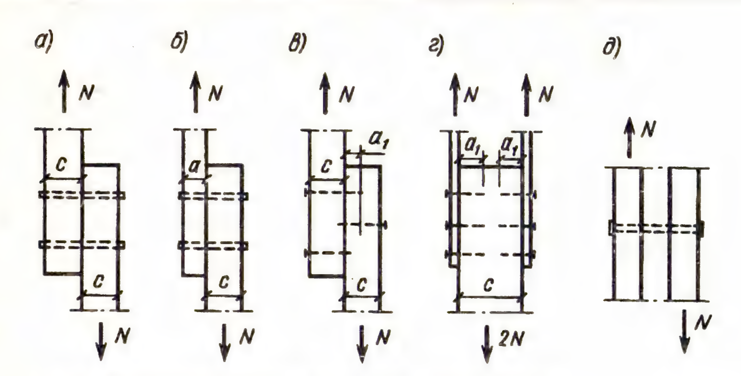
5.1. Виды нагелей

а — болт; *б* — цилиндрический стальной нагель (штырь); *в* — гвоздь; *г* — шуруп; *д* — глухарь; *е* — дубовый цилиндрический нагель; *ж* — стальной трубчатый нагель; *з* — дубовый или березовый нагель для сквозного гнезда; *и* — глухой пластинчатый нагель; *к* — стальной пластинчатый нагель



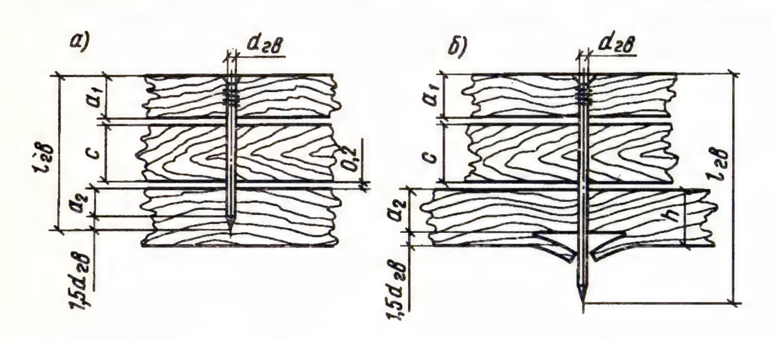
5.2. Симметричные нагельные соединения

а — двухсрезное на стальных цилиндрических нагелях; *б* — двухсрезное на гвоздях; *в* — двухсрезное со стальными накладками; *г* — многосрезное



5.3. Несимметричные нагельные соединения

а, б — односрезные на стальных цилиндрических нагелях; *в* — односрезное на гвоздях; *г* — односрезное со стальными накладками; *д* — многосрезное



5.4. Соединение на гвоздях

а — при глухой забивке; *б* — при сквозной забивке с выходом конца

Они также забиваются в древесину без предварительной рассверловки гнезд. Прочность их при изгибе достигает 1000 МПа. Однако пластмассовые нагели и гвозди более деформативны.

При определении расчетной длины гвоздя не учитывают его заостренную часть и зазоры между соединяемыми элементами в каждом шве по 2 мм. Если расчетная длина защемления гвоздя получается меньше его четырех диаметров, работа конца гвоздя не учитывается. Можно применять соединения со стальными накладками (см. рис. 5.3, *г*), а в качестве крепежных средств — односрезные гвозди, винты и глухие стальные цилиндрические нагели, которые ставятся в отверстия, предварительно просверленные в стальных накладках и деревянных элементах. Сталь-

5.3. Характер работы и расчетная несущая способность цилиндрических стальных нагелей

Соединения	Расчетные усилия	Расчетная (на один срез) несущая способность, кН
Симметричные соединения (рис. 5.2)	Смятие в средних элементах	$0{,}5cd$
	Смятие в крайних элементах	$0{,}8ad$
Несимметричные (рис. 5.3)	Смятие во всех элементах равной толщины, а также в более толстых элементах односрезных соединений	$0{,}35cd$
	Смятие в более тонких крайних элементах	$0{,}8ad$
Симметричные и несимметричные соединения	Изгиб гвоздя	$2{,}5d^2 + 0{,}01a^2$, но не более $4d^2$
	Изгиб нагеля	$1{,}8d^2 + 0{,}02a^2$, но не более $2{,}5d^2$

Примечание. c — толщина средних элементов, а также равных и более толстых элементов односрезных соединений, см; a — толщина крайних элементов, а также более тонких элементов односрезных соединений, см; d — диаметр нагелей, см.

5.4. Коэффициент влияния угла действия усилия при расчете цилиндрических нагелей

Угол между направлением усилия и направлением волокон, град.	Коэффициент для стальных нагелей диаметром, см			
	1,2	1,6	2	2,4
30*	0,95	0,9	0,9	0,9
60	0,75	0,7	0,65	0,6
90	0,7	0,6	0,55	0,5

* Значения коэффициента для промежуточных углов определяются интерполяцией.

ные накладки необходимо проверить на растяжение по ослабленному сечению и на смятие стенок просверленных отверстий.

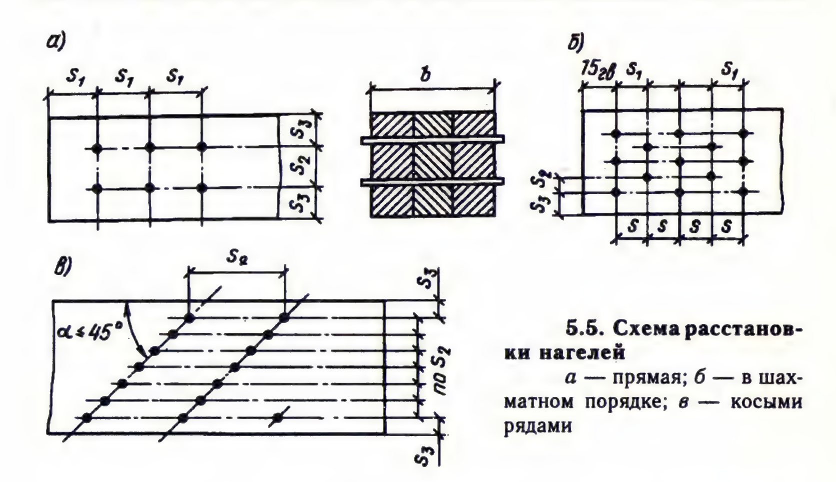
Если элементы соединяют нагелями разных видов (гвозди, винты), несущая способность соединения в целом определяется как 0,9 от суммы несущих способностей нагелей. Применять неодинаковые нагели в стыках, работающих на растяжение, не рекомендуется.

Диаметр гвоздя, выбираемый с учетом толщины соединяемых элементов, не должен превышать 0,25 толщины пробиваемых элементов. Для гвоздей диаметром более 6 мм (а в случае применения древесины ольхи — более 5 мм) требуется высверливать отверстия, равные 0,9 диаметра. Для винтов (шурупов) диаметр отверстий должен быть на 2—3 мм меньше диаметра винта (шурупа).

В случаях крепления подшивки потолка, настилов и других элементов гвозди и винты помимо работы на сдвиг могут работать на выдергивание. Эта работа в расчете не учитывается, если гвозди или винты поставлены в торец элемента (вдоль волокон древесины) или помещены в заранее просверленные отверстия, а также в случае динамических воздействий на конструкцию. Если же гвоздь рассчитывается на выдергивание, то длина его защемленной части должна быть не менее двух толщин прибиваемого деревянного элемента и не менее 10 диаметров. При расчете исходят из условия применения воздушно-сухой древесины, для которой расчетное сопротивление установлено 0,3 МПа. В случае эксплуатации конструкции при повышенной температуре и влажности, а также воздействии сейсмических нагрузок вводятся поправочные коэффициенты. Для сырой древесины, высыхающей при эксплуатации, расчетное сопротивление уменьшается до 0,1 МПа. Гвозди, работающие на выдергивание, размещают так же, как и гвозди, работающие на сдвиг. Продольные расстояния между осями винтов должны быть не менее 10, а поперечные — не менее 5 диаметров.

Пластмассовые нагели. Для конструкций, подверженных действию агрессивных сред, или для немагнитных сооружений, в которых использование стальных нагелей недопустимо, применяют нагели из высокопрочных пластиков (стеклопластики АГ-4С, АГ-4В, древесно-слоистые пластики, текстолиты). Нагели из стеклопластика изготовляют методом горячего прессования, а из древесно-слоистых пластиков и текстолитов — вытачивают. Стеклопластиковые нагели диаметром 12—25 мм выдерживают нагрузку в соединениях на сдвиг 10—50 кН в зависимости от угла примыкания соединяемых элементов. Стеклопластиковые нагели всех видов ставятся в заранее просверленные отверстия.

Стальные и пластмассовые цилиндрические нагели при обычной расстановке располагают в два продольных ряда (рис. 5.5, *а*). В один ряд нагели ставят только в конструкциях из круглых



5.5. Схема расстановки нагелей

а — прямая; *б* — в шахматном порядке; *в* — косыми рядами

лесоматериалов. Большее число рядов нагелей допустимо при их размещении в шахматном порядке (рис. 5.5, *б*). Гвозди могут быть также расположены косыми рядами (рис. 5.5, *в*). Минимальные расстояния при расстановке цилиндрических нагелей показаны в табл. 5.5.

При использовании нагелей большого диаметра возможно появление трещин на концах соединяемых элементов, вызванное скалыванием древесины вдоль волокон. Поэтому концевые расстояния принимаются несколько большими, чем промежуточные.

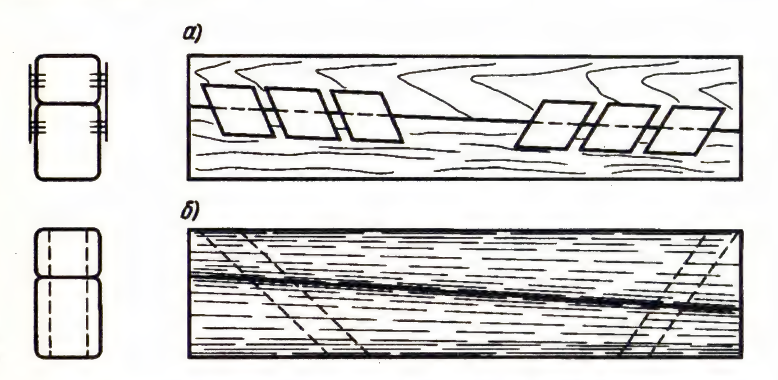
5.5. Минимальные расстояния при размещении цилиндрических нагелей

Расстояние между рядами	Расстояние для болтов, стальных штырей и винтов	
	нормальное	допустимое
Между осями нагелей вдоль волокон и от оси крайнего ряда до торца элемента	$7d$	$6d$
Между осями нагелей поперек волокон	$3{,}5d$	$3d$
От оси нагелей до кромки поперек волокон	$3d$	$2{,}5d$

12–561

При использовании винтов и шурупов в односрезных соединениях со стальными накладками расстановка их принимается такой же, как и для стальных цилиндрических нагелей. Толщина стальных накладок с учетом возможной коррозии должна быть не менее 6 мм. Ширина накладок не должна превышать половины высоты сопрягаемых элементов.

Соединения на наклонных винтах более эффективны в сравнении с нагелями. Соединения на наклонно расположенных стальных винтах большой длины и диаметра, устанавливаемых под углом 45° к продольному направлению волокон, применяют для составных изгибаемых элементов из бревен и брусьев в конструкциях перекрытий и мостовых пролетов. Винты диаметром до 30 мм имеют нарезку по всей длине и съемную головку. Изготовляют винты механическим способом (нарезкой) или горячей накаткой резьбы с большим шагом. Завинчивают их в отверстия диаметром 0,7 диаметра винта при помощи ключа или гайковерта. Полученные связи относятся к податливым, однако их несущая способность и жесткость существенно выше цилиндрических нагелей. Винты устанавливают в направлении главных растягивающих напряжений и используют как растянутые связи на выдергивание под углом к волокнам. Из составных элементов на наклонно расположенных винтах проектируют подстропильные брусчатые балки и бревенчатые трехшарнирные рамы. При этом учитывают естественный сбег стволов (рис. 5.6).

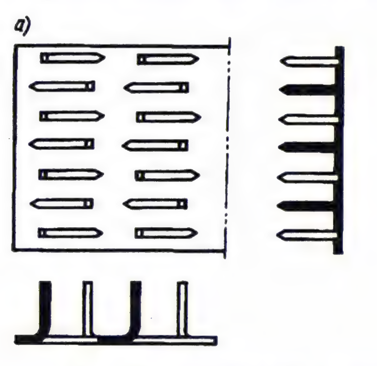


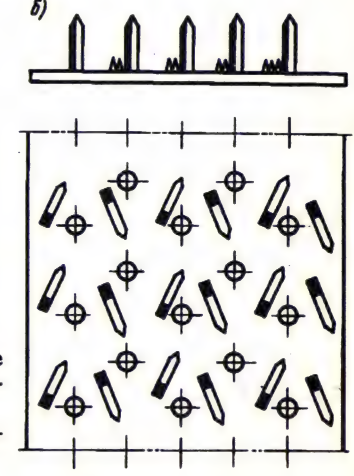
5.6. Схемы балок составного сечения из брусьев со сбегом на металлических зубчатых пластинах (*а*) и на наклонно установленных винтах (*б*)

5.2. СОЕДИНЕНИЯ НА ЗУБЧАТЫХ И НАГЕЛЬНЫХ ПЛАСТИНАХ

Соединения на металлических зубчатых пластинах используют для скрепления элементов под углом и для получения составных сечений. Соединения системы «Гэнг-нейл» (рис. 5.7, *а*) представляют собой стальные оцинкованные пластины толщиной 1,3—2 мм с выштампованными в одну сторону зубьями. Пластины устанавливают попарно по обе стороны соединяемых в узлах или стыках элементов и запрессовывают в них. Система используется в основном для узловых соединений дощатых сквозных конструкций (ферм) покрытий пролетами до 20 м. Фермы устанавливают с шагом не более 1 м в зданиях различного назначения, но чаще в жилых и сельскохозяйственных.

В системе ЦНИИСК пластины (рис. 5.7, *б*) имеют ряды выштампованных зубьев, развернутых в плане под углом 45°, образующих «елочку», и коротких зубьев по периметру круглых отверстий, существенно повышающих сдвиговую жесткость соединения. Ориентация зубьев под углом к главным осям повышает их устойчивость при запрессовке в узлы конструкций. На пластинах системы ЦНИИСК собирают фермы пролетом 12 и 18 м для покрытий сельскохозяйственных зданий, подстропильные решетчатые балки и фермы пролетом 5,5 и 6 м.





5.7. Штампованные стальные пластины для соединения цельно-деревянных элементов

а — системы «Гэнг-нэйл»; *б* — системы ЦНИИСК

Пластины изготовляют из оцинкованной листовой стали марок 0,8 или 10 КП толщиной 1,2 и 2 мм. После штамповки наносят антикоррозионное покрытие. Конструкции на пластинах устанавливают в зданиях V степени огнестойкости и эксплуатируют при влажности воздуха не более 80%.

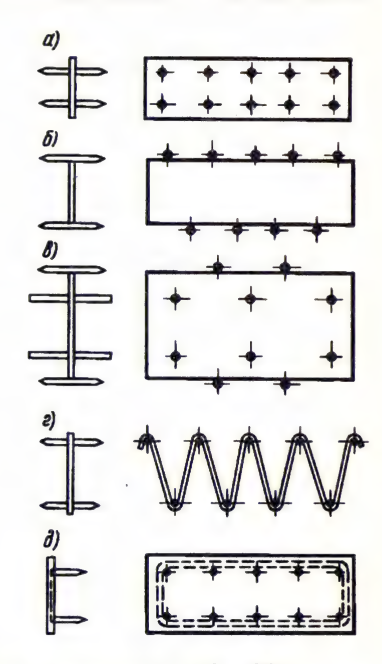
Соединения на металлических зубчатых пластинах рассчитывают из условия смятия древесины и изгиба зубьев при растяжении, сдвиге или сжатии. Саму пластину также проверяют на растяжение и срез. При расчете ферм с соединениями на пластинах учитывают неразрезность поясов. Расчет ведут в соответствии с «Рекомендациями ЦНИИСК по проектированию и изготовлению деревянных конструкций с соединениями на металлических зубчатых пластинах» (1985 г.).

Эффективно применение пластин для изготовления конструкций составного сечения,в том числе с использованием естественного сбега брусьев и бревен для рационального распределения древесины в соответствии с усилиями (см. рис. 5.6, *а*). Успешно применяют пластины в стыках каркасов панелей, в пространственных конструкциях. Недостаток соединений на зубчатых пластинах — сравнительно низкая огнестойкость.

Соединения на нагельных пластинах. В зависимости от ориентации нагелей относительно основы различают пластины-накладки — с односторонними расположением нагелей и пластины-прокладки — с двусторонним расположением нагелей (рис. 5.8). Конструктивные достоинства нагельных пластин заключаются в повышенной несущей способности отдельных нагелей, объединенных в самостоятельный крепежный элемент.

Пластины с цилиндрическими нагелями включают основу из материалов различной жесткости, обеспечивающую совокупную работу нагелей при внедрении их в древесину. Различают пластины жесткие (Т) — из стали, высокопрочных пластиков; гибкие (С) — из зигзагообразных стержней; мягкие (М) — из древесных плит, пластиков, фанеры; армированные (А) — из цементных или полимерных материалов, армированных каркасом с закрепленными на нем цилиндрическими нагелями. В зависимости от формы концевой части нагеля пластины подразделяются на гвоздевые (Г) — с заостренными нагелями; нагельные (Н) — с незаостренными нагелями; комбинированные (К) — с нагелями обоих типов.

Нагели изготовляют из стальной проволоки или стержней (возможны иные конструкционные материалы) диаметром 3—

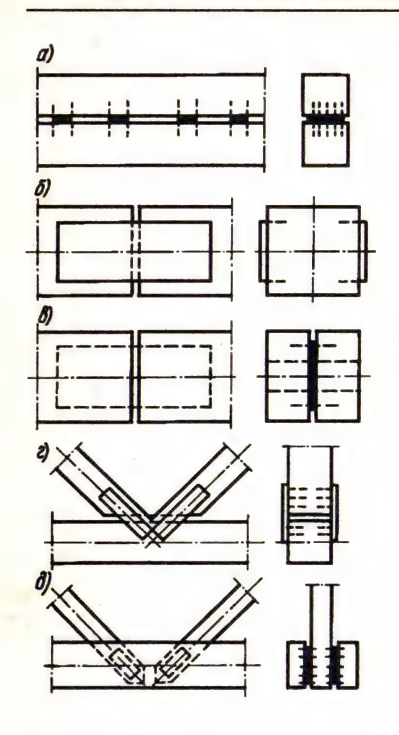


5.8. Нагельные пластины — двусторонние (*а—г*) и односторонняя (*д*)

а — на мягкой или жесткой основе с плотной посадкой заостренных или незаостренных нагелей ($МГ_п$, $ТГ_п$); *б* — на жесткой (металлической) основе с приваренными заостренными или незаостренными нагелями ($ТГ_к$ и $ТН_к$); *в* — на жесткой основе с плотной посадкой незаостренными нагелями ($ТК_п$, $ТК_{кт}$); *г* — на гибкой основе с приваренными заостренными и незаостренными нагелями ($СГ_к$ и $СН_к$); *д* — армированные пластины с приваренными и незаостренными нагелями ($ПТ_к$ и $АН_к$)

8 мм — для вдавливания в цельную древесину и 10—20 мм — для установки в рассверленные отверстия. На основе нагели закрепляют плотной посадкой в рассверленные или продавленные в материале отверстия (основа М или Т); приваривают к боковым граням пластин (основа Т, С, А), заделывают в пластину как часть арматурного каркаса (основа А). Для изготовления нагелей с двусторонним заострением концов используют арматурную сталь диаметром 5, 6 и 8 мм класса В1 и А1. Угол заострения нагелей диаметром 5 мм составляет 63°, диаметром 8 мм — 56°. Стальные пластины нарезают из листового или полосового металла толщиной 4—5 мм. Нагели на пластине приваривают контактным способом вручную или на полуавтоматической приставке к сварочным машинам МТ или МТР.

При помощи нагельных пластин можно сплачивать доски и брусья в элементы составного сечения (рис. 5.9, *а*), стыковать (наращивать) элементы по длине: одиночные — наружными односторонними пластинами (рис. 5.9, *б*), спаренные — двусторонними (рис. 5.9, *в*). Для узловых сопряжений (в стропильных фермах, решетчатых балках и др.) используют односторонние (рис. 5.9, *г*) и двусторонние (рис. 5.9, *д*) нагельные пластины



5.9. Соединения на пластинах с цилиндрическими нагелями

а — сплачивание всеми видами двусторонних пластин (М, Т, С, А); *б*, *в* — наращивание твердыми (Т), гибкими (С) и армированными (А) односторонними и двусторонними пластинами; *г* — узловые сопряжения на односторонних пластинах типа Т, С, А; *д* — то же, на двусторонних пластинах типа Т, С, А, М

различных типов — жесткие, гибкие, мягкие. При расстановке нагелей с минимально допустимым шагом относительная прочность соединений на пластинах при сдвиге близка к расчетному сопротивлению цельной древесины на скалывание при изгибе (1,6—1,8 МПа). В нагельных соединениях с металлическими прокладками относительная сдвиговая прочность еще более высока, так как несущая способность на один срез нагеля увеличивается до 40%. Чтобы использовать нагельные пластины в монтажных соединениях (для пространственных и сборно-разборных конструкций), в них просверливают отверстия под монтажные болты по аналогии с клеестальными шайбами или оснащают фасонными фланцевыми деталями, позволяющими ориентировать монтажные связи (болты, винты, тяги) в нужном направлении.

При расчете, проектировании, изготовлении конструкций ориентируются, в основном, на пластины типа ТГк. Это базовый вариант соединения, позволяющий изготовлять весь комплекс

5.6. Технические характеристики двусторонних нагельных пластин ТГк на стальной основе с заостренными нагелями

Диаметр / длина (мм) нагеля	Толщина / ширина (мм) пластины	Число нагелей, шт. / длина пластины, мм при ширине соединяемых элементов, мм					Расчетная несущая способность на один срез, кН
		75	100	125	150	175	
5 / 60	4 / 30	5 / 50	7 / 70	10 / 100	13 / 130	15 / 150	1
6 / 70	4 / 40	4 / 35	6 / 60	8 / 85	10 / 110	12 / 135	1,4
8 / 90	5 / 50	– / –	4 / 50	5 / 80	7 / 110	9 / 140	2,1.

строительных конструкций (панелей покрытий, панелей стен, стропильных ферм, составных колонн) из пиломатериалов с относительно небольшими размерами сечения. Технические характеристики нагельных пластин ТГк (см. рис. 5.8, *б*) указаны в табл. 5.6.

Для узловых соединений цельнодеревянных брусчатых и дощатых конструкций рекомендуется использовать стальные накладки с зубьями-дюбелями.

По конструкции и схеме работы стальные зубчатые накладки близки к односрезным нагельным соединениям со стальным основанием. В качестве накладок используют листовую сталь толщиной 3—5 мм марки ВСт 3кп2 или ВСт 2пс6-1 с выштампованными или просверленными отверстиями. Пластины крепят оцинкованными дюбелями длиной 60 мм, диаметром 4,5 мм. В стыках и узлах дюбели работают на изгиб, препятствуя взаимному смещению соединяемых элементов.

Соединения на накладках с зубьями-дюбелями используют в конструкциях из брусьев 100x180 или досок толщиной не менее 40 мм. Соединения выполняют путем запрессовки пластин на стационарном копре-прессе или подвесными гидравлическими скобами; при небольших объемах зубья-дюбели забивают в древесину ручным или механизированным инструментом. Применяют в треугольных фермах пролетом 6, 12, 18 м для сельскохозяйственных зданий.

5.3. КОНСТРУКЦИОННЫЕ КЛЕИ

Клеи для изготовления деревянных конструкций и изделий должны обеспечивать прочность клеевого шва не ниже прочности древесины (шпона) на скалывание вдоль волокон и на растяжение поперек волокон. Для обеспечения долговечности конструкций и сооружений рекомендуется применять водо- и атмосферостойкие клеи. Строительные детали и изделия, эксплуатируемые внутри отапливаемых помещений, допустимо изготовлять с применением клея средней водостойкости. Клеи представляют собой жидкие композиции требуемой вязкости, содержащие в качестве основного компонента синтетический олигомер (смолу) и различные добавки, которые регулируют технические показатели клеевого состава и конструкционные свойства образуемых ими клеевых соединений.

В группу водо- и атмосферостойких входят фенолформальдегидные клеи горячего и холодного отверждения (табл. 5.7). Первыми склеивают древесину и другие материалы при нагревании до 120—160°С, вторыми — при комнатной или несколько повышенной (до 50—70°С) температуре. Клеи горячего отверждения состоят из жидкой смолы или раствора смолы, в которые при необходимости добавляют ускорители, стабилизаторы, наполнители. Клеи холодного отверждения содержат отвердитель. Ускорителями служат резорцин, резорцин-формальдегидные смолы, гексаметилентетрамин, некоторые окислители (хромпик, перманганат калия), вводимые в количестве 0,2—0,4 мас.ч на 100 мас.ч. фенольной смолы. В качестве наполнителей используют древесную или лигнинную муку, молотые отходы реактопластов (3—5 мас.ч на 100 мас.ч. смолы).

Роль стабилизаторов выполняют спирты, преимущественно многоатомные (этиленгликоль, глицерин). Отвердителями служат органические сульфокислоты: смесь сульфонафтеновых кислот (контакт Петрова), бензолсульфокислота, паратолуолсульфокислота и др. В технологии клееных деревянных конструкций используют контакт Петрова, который действует мягко, практически не оказывая агрессивного воздействия на древесину. По мере хранения контакта следует контролировать его кислотное число, уменьшающееся при длительном соприкосновении со стенками стальных бочек. Содержание контакта Петрова в клеях холодного отверждения не более 25 мас.ч. на 100 мас.ч. смолы. Остальные отвердители — сульфокислоты

5.7. Свойства клеевых фенолформальдегидных смол

Показатель	Горячего отверждения			Холодного отверждения			
	СФЖ-3011	СФЖ-3013	СФЖ-3014	СФЖ-3016	СФХ	ВИАМ-Б	ВИАМ-Ф-9
Содержание сухих веществ, %	43–47	39–43	45–49	70	50–55	80	62–68
Условная вязкость, с, по вискозиметру ВЗ-4, при 20°С	120–400	40–130	17–90	10–30	10–60*	30–60*	20–50*
Щелочность в пересчете на едкий натр, %, не более	3–3,5	4,5–5,5	6,5–7,5	1	–	–	–
Содержание, %, не более:							
свободного фенола	1,5	0,18	0,1	5	1	21	2,5
свободного формальдегида	0,5–1	0,18	0,15	4	–	–	–
Срок хранения, мес, не менее	1	1,5	2	2	3	1	4

* По вискозиметру ВЗ-1

применяют в виде 70—90%-ного водного раствора, в среднем 20 мас.ч. на 100 мас.ч. смолы.

Клеи горячего отверждения применяют при изготовлении плитных изделий, панельных конструкций, деталей пола. Холодными клеями склеивают крупногабаритные изделия из досок и брусьев, комбинированные балки. Клеи горячего отверждения отличаются щелочностью, что обеспечивает при растворении достаточно продолжительный срок их хранения и полную безвредность для древесины. Смолы для клеев горячего отверждения содержат мало свободного фенола, что позволяет отнести их к малотоксичным (например, СФЖ-3012, СФЖ-3014). Смолы для клеев холодного отверждения содержат несколько больше свободного фенола, особенно ВИАМ-Б. Смолу СФХ можно считать малотоксичной. В клее на ее основе полностью отсутствуют горючие растворители, имеется стабилизатор.

Жизнеспособность клеев холодного отверждения, т.е. время от момента введения отвердителя до достижения предельно высокой вязкости, недопустимой по условиям смачивания поверхности, находится в пределах 1,5—3 ч и зависит от температуры в помещении, где производится склейка.

Важнейшими показателями клеев являются вязкость, жизнеспособность, клеящая способность, стойкость к увлажнению, нагреванию, старению. Условную вязкость определяют по времени истечения порции клея из воронки с калиброванным отверстием (вискозиметры ВЗ-4, В-36) и измеряют в секундах. Начальная вязкость находится в прямой зависимости от температуры клея. Так, вязкость фенолформальдегидных клеев при нормальной температуре (18—22°С) равна 80—100 с, при 30°С — 40—60 с, а при 10°С — 120—150 с. Для перевода условной вязкости в динамическую 4,65 с истечения клея из отверстия вискозиметра ВЗ-4, наполненного 100 см^3 клея, приближенно приравнивают к 1 МПа · с. Нормальная вязкость фенолформальдегидных клеев составляет 150—1500 МПа · с. В каждом конкретном случае нормируемая вязкость клея различна: она зависит от впитывающей способности древесины, прилагаемого давления, температуры склеивания, чистоты обработки поверхностей.

Вязкость фенолформальдегидных клеев зависит, кроме того, от возраста смол. Свежеприготовленная смола, только что полученная с завода, образует клей вязкостью 150—450 МПа · с. Долго хранившаяся смола образует высоковязкий клей,

5.8. Нормы введения отвердителя в фенолформальдегидные клеи

Клей	Смола	Дозировка отвердителя, мас. ч, при температуре воздуха в помещении, °С		
		15–16	18–20	22–25
КБ-3	СФЖ-3016	25	20	15
ВИАМ Б-3	СФЖ-309	–	16	–
ВИАМ Ф-9	ВИАМ Ф-9	–	8	–

который необходимо разбавлять спиртом или ацетоном. Вводить эти растворители допускается в количестве не более 10% массы смолы.

С момента приготовления клея холодного отверждения, т.е. с момента введения в него отвердителя, вязкость возрастает с постепенно увеличивающейся скоростью. Срок, в течение которого клей сохраняет рабочую вязкость, называют жизнеспособностью. При температуре 20°С жизнеспособность фенолформальдегидных клеев должна быть не ниже 2 ч, что зависит от правильной дозировки отвердителя с учетом его кислотности и температуры воздуха в помещении. При кислотном числе $a = 80$ на 100 мас.ч. смолы требуется вводить определенное количество контакта Петрова (табл. 5.8).

При значениях кислотного числа, отличающихся более чем на 10% от принятого среднего значения $a = 80$, количество контакта изменяют пропорционально отношению $80/a$. Контакт с кислотным числом более 95 резко сокращает жизнеспособность клея, поэтому его необходимо разводить водой.

Клеящую способность определяют, склеивая данным клеем образцы из древесины дуба или ясеня и затем испытывая их на скалывание по клеевому шву. Влажность древесины должна быть в пределах 7—10%. Режим склеивания должен точно соответствовать паспортным данным клея и требованиям соответствующих инструкций.

Водостойкость клеевых соединений древесины определяют по ГОСТ 17005—82; тепло- и морозостойкость — по ГОСТ 18446—73, стойкость к цикличным температурно-влажностным воздействиям — по ГОСТ 17580—82, атмосферостойкость — по ГОСТ 19100—73. Стойкость соединений на фенолформальдегидных клеях зависит от правильной дозировки кислого катализатора. Избыток его вредно действует на волокна древесины и

повышает хрупкость клеевой прослойки. В то же время преднамеренное занижение дозировки отвердителя приводит к неполному отверждению клея.

Прочность клеевых соединений зависит от свойств отвержденной клеевой прослойки (силы сцепления с поверхностью, внутреннего напряжения, жесткости), но в большей степени — от свойств склеиваемой древесины. Прочность клеевой прослойки (когезионная прочность), определяемая растяжением образцов-лопаточек толщиной 0,1—0,2 мм, составляет для фенолформальдегидных клеев 61—62 МПа; прочность клеевого шва древесины дуба, принимаемая за показатель клеящей способности, 15—15,5 МПа; прочность склеивания древесины сосны 9—9,5 МПа.

Показатели прочности склеивания древесины весьма изменчивы. Кроме породы древесины на склеивание влияет плотность, соотношение ядровой и заболонной частей, процент поздней древесины, смолистость, наличие пороков, влажность до и после склеивания и ряд других факторов. Вариационный коэффициент прочности склеивания древесины составляет 12—15%. С учетом изменчивости свойств клеевых соединений устанавливают их нормативные расчетные характеристики, которые для соединений древесины сосны на фенольных клеях составляют 6,1—6,3 МПа (скалывание вдоль волокон). Коэффициент однородности при этом колеблется в узких пределах (2,3—2,73), так как соединения на фенольных клеях разрушаются в основном по древесине.

Длительное (до полугода) действие воды комнатной температуры снижает прочность клеевых соединений примерно на 30%. Для ускоренной оценки водостойкости и скорости старения образцы выдерживают в кипящей воде, при этом прочность по сравнению с выдерживанием в холодной воде снижается на 15—18% и составляет 4,4—4,6 МПа, т.е. примерно половину от прочности в сухом состоянии.

Более прочные и долговечные соединения образуют резорциновые и алкилрезорциновые клеи. Их основу составляют резорциноформальдегидные и алкилрезорциноформальдегидные смолы, отличающиеся повышенным сроком хранения, большей технологичностью и лучшей управляемостью механизмом отверждения. Преимущественное распространение имеют алкилрезорциновые клеи. Смолы отверждаются при введении в них порошкообразного (параформ) или растворенного в воде до 37%

(формалин) формальдегида. По условиям реакции соотношение смола:отвердитель должно быть 100:13,5.На практике содержание отвердителя колеблется от 9 до 13,5 мас.ч. на 100 мас.ч. смолы в зависимости от количества других добавок (наполнителей, модификаторов), а также от температуры склеивания.

В производстве деревянных конструкций и деталей сборных домов используются клеи: резорциновый ФР-12 и алкилрезорциновые ФР-100 и ДФК/1АМ, выпускаемые комплектно с отвердителем, содержащим до 15% древесной муки для улучшения реологических свойств клея и предотвращения комкования параформа. Клеи содержат 55—60% сухого остатка, имеют вязкость 15—30 с по вискозиметру ВЗ-1, характеризуются слабощелочной реакцией (pH = 7,5—9), жизнеспосбны в течение 1—2 ч (клей ФР-12 — до 4 ч). Жизнеспособность клеев зависит от pH смолы: чем выше pH, тем меньше жизнеспособность, но выше прочность соединений.

Лучшими свойствами обладает клей ФР-12, однако его стоимость высока, а сырье дефицитно. Более доступны алкилрезорциновые клеи на основе продуктов переработки горючих сланцев ФР-100, ДФК-1АМ. Они имеют несколько меньшую когезионную прочность по сравнению с резорциновым, но вполне достаточную для надежного склеивания конструкций из древесины хвойных пород. Когезионная прочность клеев ФР-12 и ФР-100 составляет соответственно 70 и 62 МПа, модуль упругости 2800 и 2500 МПа, деформации при разрыве 1,3 и 1,4%. Прочность клеевых соединений независимо от породы древесины достигает стабильных значений после 7 сут отверждения при 18—20°С. Прочность склеивания древесины сосны клеями ФР-12 и ФР-100 соответственно 10,4 и 9,8 МПа, дуба — 16,4 и 15,7 МПа, коэффициент вариации 12,1—12,5%.

Нормативное сопротивление клеевых соединений древесины сосны при скалывании вдоль волокон составляет для клеев ФР-12 и ФР-100 соответственно 7 и 6,7 МПа. На прочность клеевых соединений, выполненных резорциновым и алкилрезорциновым клеями, значительно влияют внутренние напряжения. При нормальной относительной влажности воздуха 65% величина внутренних напряжений в соединениях на клеях ФР-12 и ФР-100 достигает 15—16 МПа, т.е. превышает среднюю прочность соединений на скалывание вдоль волокон. Фактически такие напряжения возможны только в материале клеевого слоя, а в клеевом соединении происходит перераспределение напря-

жений благодаря впитыванию части клея в древесину, повышению ее влажности, улучшению деформационных свойств. В результате внутренние напряжения, действующие в пограничной зоне «клей—древесина», снижаются до 1—2 МПа.

К достоинствам резорциновых и алкилрезорциновых клеев относится высокая атмосферостойкость клеевых соединений (табл. 5.9).

Близкие к резорциновым и алкилрезорциновым клеям свойства имеют более дешевые и менее дефицитные клеи на основе фенолрезорциновых и фенолалкилрезорциновых смол, синтезированных двухстадийным методом. Для склеивания древесины рекомендуются фенолрезорциновый ФРФ-50 и фенолалкилрезорциновый ДФК-14 клеи. Смолы для них ФРФ-50 и ДФК-14 имеют вязкость соответственно 8—13 и 10—30 по вискозиметру ВЗ-1, содержат 3—6 и 4% свободного фенола, жизнеспособны 4—6 и 3—5 ч. Соответствующие клеи получают добавлением к смолам параформальдегида в количестве 8—11,5 мас.ч. на 100 мас.ч. смолы. Клеящая способность (прочность склеивания древесины дуба) не менее 13 МПа. Соединения обладают повышенной стойкостью к увлажнению, атмосферным воздействиям (см. табл. 5.9) и к циклическому старению при испытании по ГОСТ 17580—82 «Конструкции деревянные клееные Метод определения стойкости клеевых соединений к цикличным температурно-влажностным воздействиям».

5.9. Атмосферостойкость клеевых соединений древесины сосны

Клей	Предел прочности* при скалывании вдоль волокон**, МПа, после выдержки, гг				
	0	1	2	3	4
ФР-12	8	7,2	7,1	7,1	–
ФР-100	9,3	9,3	6,1	6,5	5,5
ДФК-1АМ	9,2	–	8	–	–
ФРФ-50	8	7,8	7,8	–	–
СФХ	7,7	7,4	–	5,6	6,3
КС-В-СК	7,5	5,1	5,8	6,6	–

* Разрушение по древесине 80–100%.

**По ГОСТ 19100–73 "Древесина клееная. Метод испытания клеевых соединений на атмосферостойкость".

Жизнеспособность фенолрезорциновых клеев резко уменьшается при повышении температуры: с 5 ч при 10°С до 1,5 ч при 20°С или до 20 мин при 25°С. Продолжительность склеивания также заметно уменьшается при повышении температуры: с 12 ч при 20°С до 3—4 ч при 40°С или до 0,5 ч при 60°С.

Для склеивания конструкций из лиственницы используют клеи фенолрезорцинового типа с повышенной щелочностью, например добавляют в них едкий натр, чтобы частично нейтрализовать действие экстрактивных и смолистых веществ лиственницы. Введение щелочной добавки повышает прочность соединений, но при этом резко уменьшается жизнеспособность клея. Чтобы сохранить ее, уменьшают количество вводимого отвердителя — параформа. Например, в состав клея на основе смолы ФРФ-50 входят, мас.ч: смола — 100; сухой едкий натр — 2—4; параформ — 10. Полная жизнеспособность клея 90—110 мин.

На качество склеивания древесины лиственницы влияет вязкость клея, которая должна быть повышенной, особенно если древесина влажная. Для повышения вязкости клея ФРФ-50 в смолу вводят наполнители — древесную муку и тонкомолотый гидролизный лигнин. Вязкость клея увеличивается с 50 до 160—180 с, прочность клеевых соединений сухой древесины лиственницы повышается на 13—16%, а влажной (25%) — на 23—24%. Введение лигнинной муки (7—17%) повышает прочность склеивания лиственницы алкилрезорциновыми клеями ФР-100 и ДФК-1АМ.

Для склеивания древесины лиственницы повышенной влажности можно применять клеи ФР-100, ФР-12, ФРФ-50, наполненные порошком казеина. Эти соединения относятся к группе повышенной водостойкости.

Для склеивания строительных деталей и конструкций, эксплуатируемых внутри помещений с нормальным температурно-влажностным режимом, используют карбамидные клеи, уступающие по водо- и атмосферостойкости фенольным и резорциновым. Смолы для них — КФ-МТ, КБ-Ф, КФ-БЖ, КФ-Ж. Клеи в основном применяют для паркетных досок, столярных изделий. Карбамидные клеи отверждают горячим и холодным способами. В первом случае отвердителем служит хлористый аммоний (1—2%), во втором — щавелевая или лимонная кислота (10—15%). Клеи образуют достаточно прочные соединения, однако их отличает повышенная хрупкость. Для устранения этого недостатка, а также для повышения водостойкости и долговечности

смолы для карбамидных клеев или сами клеи модифицируют меламином, фурфуролом, резорцином, водными дисперсиями полимеров и латек сами каучуков.

Наиболее распространены карбамидно-меламиновые клеи. Их устойчивость к температурно-влажностным воздействиям повышается с увеличением содержания меламина (или резорцина). Меламин вводят в смолу в процессе ее синтеза либо добавляют в клей. Для устранения хрупкости клеевых соединений смолы дополнительно модифицируют поливинилацетатной дисперсией. Получаемый по такой технологии карбамидно-меламинополивинилацетатный клей КС-В-СК содержит 65% сухого остатка, 0,8% свободного формальдегида, имеет вязкость 30—50 с по вискозиметру ВЗ-4, характеризуется щелочной реакцией (pH 8,5—9).

В отличие от ранее применявшихся карбамидно-меламиновых клеев ММС и ММФ клей КС-В-СК лучше отверждается холодным способом, что выгодно для производства строительных конструкций. Для отверждения применяют 10%-ный водный раствор щавелевой кислоты, вводимой в смолу в соотношении 12:100. Отвердителем при горячем склеивании служит хлористый аммоний в сочетании с железоаммонийными квасцами. Введение 3—5 мас.ч. этого соединения на 100 мас.ч. 20%-ного водного раствора хлористого аммония повышает жизнеспособность клея до 5—6 ч и сокращает отверждение до 30—38 с при 100°С. По кратковременной водостойкости клей КС-В-СК приближается к фенольным (после 48 ч склеивания 5,1 МПа, после 3 ч кипячения 4,8 МПа). Водостойкость клея несколько повышается при увеличении количества отвердителя — 10%-ного раствора щавелевой кислоты с 12 до 15 мас.ч. Его когезионная прочность 57 МПа, модуль упругости 1900 МПа, деформация при разрыве 1,3%. Прочность склеивания древесины сосны 8,2 МПа, клеящая способность 15,3 МПа, вариационный коэффициент прочности 15,6%, нормативное сопротивление клеевых соединений сосны 5 МПа.

При длительном (до полугода) действии воды прочность соединений на клее КС-В-СК снижается более чем на 50% — с 8,2 до 4 МПа, а при циклических ускоренных испытаниях по ГОСТ 17580—82 после 35—45 циклов до 2,3—3 МПа с разрушением по клею на 50—80%. Это ниже, чем у соединений на фенольных клеях, разрушающихся в основном по древесине.

Во внутренней отделке помещений, для встроенной мебели и столярных изделий допустимо применение водно-дисперсионных поливинилацетатных клеев. Их преимущества — полная безвредность и негорючесть, не требуется вводить отвердитель. Клеи разбавляют водой, загущают карбоксиметилцеллюлозой, пластифицируют дибутилфталатом. Основой клея служат непластифицированные (Д50М, Д50С, Д50В) и пластифицированные на стадии производства (ДБ48/4н, ДБ47/7с) дисперсии, имеющие около 50% сухого остатка, вязкость 10—40 с, кислотность (pH) 4,5—6. Дисперсии содержат не более 0,5% остаточного мономера и 10—15% дибутилфталата (пластифицированные). Отверждение происходит в результате поглощения воды пористой поверхностью древесины и слипания частиц поливинилацетата. Соединения на поливинилацетатных клеях неводостойки, нетеплостойки и ползучи под нагрузкой. Этот недостаток отсутствует у дисперсии ПВАД-Ф, модифицированной фенольной смолой. При горячем склеивании она образует водостойкие соединения пониженной ползучести.

При необходимости склеивания древесины с металлами, пластмассами, изготовления армированных конструкций применяют эпоксидные клеи ЭПЦ-1, К-153, К-139. Они содержат на 100 мас.ч. эпоксидной смолы ЭД-20 10—20 мас.ч. полиэфиракрилата МГФ-9 (клей ЭПЦ-1), или 20 мас.ч. тиокола НРБ-2 (клей К-153), или 20 мас.ч. низкомолекулярного каучука СКП-26-1 (клей К-139). Отвердителем служит полиэтиленполиамин (10—12 мас.ч. на 100 мас.ч. смолы), наполнителем — портландцемент М400 или вибромолотый кварцевый песок, маршалит, фарфоровая мука и т.п. Жизнеспособность эпоксидных клеев 2—3 ч при условии охлаждения массы (во избежание ее саморазогрева). Когезионная прочность 78—82 МПа, модуль упругости клеевой пленки 3200 МПа. Деформируемость больше, чем у фенольных и резорциновых клеев — 4,8%.

Готовить клеи следует в количестве, не превышающем потребности на 2 ч работы. Смолы разогревают до жидкотекучего состояния, затем вводят пластификатор и наполнитель. В последнюю очередь добавляют отвердитель, тщательно перемешивают состав (иногда с охлаждением сосуда) и приступают к работе. Для склеивания древесины с различными материалами (пенополистиролом, асбестоцементом, слоистыми пластиками) применяют эпоксидный клей БОВ-1 холодного отверждения, модифицированный фурфуролоацетоновым мономером ФА. В

его состав входит стирол (20 мас.ч.), наполнители (100—200 мас.ч.). Отвердителем служит полиэтиленполиамин.

Полиэфирный клей на основе смолы ПН-1 применяют при склеивании с древесиной стеклопластиков, а также асбестоцемента и других материалов. Для склеивания панельных конструкций и крепления отделочных листовых материалов часто используют каучуковые, эпоксидно-каучуковые и кумаронокаучуковые клеи.

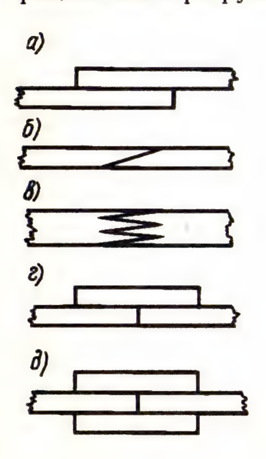
5.4. КЛЕЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Наиболее распространенный вид клеевого соединения — внахлестку (рис. 5.10, *а*). Этим способом выполняют образцы для определения прочности клеевых соединений при сдвиге, а также многие узлы клееных конструкций. Прочность клеевых соединений внахлестку при сдвиге определяют по формуле

$$nN < 100mRlb,$$

где n — расчетное усилие, Н; N — коэффициент концентрации напряжений; m — коэффициент условий работы; R — расчетное сопротивление, МПа; l — длина клеевого шва, см; b — ширина клеевого шва, см.

Расчетное усилие определяют по формулам строительной механики от нормативных нагрузок с учетом их изменчивости (в результате воздействия климатических, производственных, бытовых и других условий). Эта изменчивость учитывается коэффициентом перегрузки. Таким образом, расчетное усилие равно



5.10. Виды клеевых соединений

а — внахлестку; *б* — на ус; *в* — зубчато-шиповое; *г* — встык с односторонней накладкой; *д* — встык с двумя накладками

нормативной нагрузке, умноженной на коэффициент перегрузки. Коэффициент перегрузки при расчете на действие собственной массы равен 1,1, на снеговую нагрузку 1,4, на ветровую нагрузку 1,2.

Помимо изменчивости нагрузки и рассеяния показателей прочности клеевого соединения, в расчете учитывают условия, при которых эксплуатируется соединение: температуру, влажность, агрессивные воздействия. Например, влияние агрессивных сред (1%-го раствора едкого натра, серной, азотной кислот) на полиэфирные фенолформальдегидные клеи учитывается коэффициентами 0,6—0,8, влияние воды — коэффициентами 0,7—0,8, атмосферных условий — 0,5—0,9. Таким образом, коэффициент условий работы может быть представлен как произведение нескольких коэффициентов, каждый из которых учитывает определенные воздействия.

Коэффициент концентрации напряжений N, учитывающий неравномерность распределения сдвигающих усилий по площади соединения, представляет собой отношение максимального сдвигающего напряжения к среднему. Этот коэффициент, зависящий от геометрических параметров соединения и физических свойств клея и склеиваемых материалов, определяется по формулам и графикам, приведенным в «Руководстве по проектированию клееных деревянных конструкций». Там же даны расчетные сопротивления клеевых соединений.

Важный показатель клеевых соединений — длительное сопротивление действующим нагрузкам. Он оценивается коэффициентом длительной прочности $K_{дл}$, представляющим собой отношение прочности после длительного нагружения к прочности при кратковременном машинном нагружении. Для цельной и клееной древесины $K_{дл}$ составляет 0,4—0,7. Значения $K_{дл}$ для соединений древесины сосны на клеях ФР-12, ФР-100, СФХ, ФРФ-50 по результатам испытаний, экстраполированных на период нагружения до 25 лет, составляют 0,42—0,47. Эти данные получены при постоянной влажности древесины (15 и 28%) и при разных уровнях нагружения (0,5—0,8). Если учесть, что в реальных условиях эксплуатации на несущие конструкции действует сезонно изменяющаяся нагрузка, т.е. конструкции работают в режиме «нагружение—разгрузка», то согласно исследованиям ЦНИИСК коэффициент длительной прочности соединений на клеях ФР-12, ФР-100, КБ-3, СФХ, ФРФ-50 повышается до 0,58—0,62.

Распространенными являются соединения на ус и на зубчатый шип (рис. 5.10, *б*, *в*). Эти соединения применяют при сращивании досок, брусьев, фанеры. При растяжении или сжатии усового соединения в нем возникают нормальные напряжения:

$$\sigma = P \cdot \sin \theta / S \qquad (1)$$

и сдвигающие напряжения

$$\tau = P \cdot \sin 2 \theta / 2S, \qquad (2)$$

где θ — угол скоса уса; S — толщина соединяемых элементов, см; P — растягивающие или сжимающие усилия, Н.

Уравнения можно использовать для расчета при условии, если клеевая прослойка тонка по сравнению с толщиной склеиваемых элементов (оптимальное отношение 0,01). Если толщина клеевой прослойки составляет 0,1 толщины элементов, концентрация напряжения в клеевом соединении достигает 1,5.

Сдвигающие напряжения в клеевых швах зубчато-шипового соединения при растяжении определяют по формуле (2) как и для усового соединения. Благодаря симметричности скосов концентрация напряжений и неравномерность толщины прослойки клея в зубчато-шиповом соединении мало влияют на его прочность. Преимущество зубчато-шипового соединения состоит в том, что длина его меньше соответствующего по прочности усового соединения, благодаря чему экономится материал.

Несущая способность клеевых соединений в значительной степени зависит от их конструктивного исполнения. Большей несущей способностью при прочих равных условиях обладают клеевые соединения, в которых упругие свойства клея, толщина соединяемых элементов и относительное их расположение подобраны так, чтобы концентрация напряжений была возможно меньшей.

Из опыта работы с клеями известно, что прочность клеевых соединений наибольшая при равномерном отрыве либо при чистом сдвиге. Однако в реальных конструкциях клеевые соединения находятся в сложном напряженном состоянии, т.е. работают на сдвиг с отрывом или на неравномерный отрыв. Неравномерность распределения напряжений по площади клеевого соединения зависит от жесткости соединяемых материалов, упругопластических свойств клея, толщины клеевой прослойки и соединяемых элементов, от эксцентриситета приложения

растягивающих или сдвигающих усилий и многих других факторов, иногда трудно учитываемых в расчете.

Для соединений внахлестку тонких нежестких листов нужно применять возможно более упругие клеи, позволяющие получать сравнительно толстый клеевой слой. При соединении внахлестку толстых жестких листов используют более жесткий и прочный клей, так как распределение напряжений в большей степени определяется жесткостью элементов. Для погашения концентрации напряжений в соединениях, работающих на сдвиг или неравномерный отрыв, полезно несколько утолщить клеевой слой у кромки или оставить валик. В нахлесточных соединениях это повышает прочность на 15%, а в соединениях на неравномерный отрыв — на 25%.

Соединения на ус, обладающие высокой прочностью, часто используются при сращивании листов фанеры, стеклопластика, древесных плит, досок. Наклон скоса уса регулируют с целью приближения прочности соединения к прочности самого склеиваемого материала. При склеивании на ус необходимо жестко фиксировать соединение, чтобы оно не расползалось по скосам при запрессовке. Широко применяют на практике клеевое соединение встык с одной (рис. 5.10, *г*) или двумя (рис. 5.10, *д*) накладками.

Эти соединения обладают такими же особенностями, как и соединения внахлестку.

5.5. КОМБИНИРОВАННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Гвоздевой прижим при склеивании. Хотя этот вид соединения и одновременно способ запрессовки признаны устаревшими, они все же находят применение в технологии клееных конструкций. В частности, гвоздевой прижим используется при изготовлении криволинейных элементов и фанерных конструкций. Размеры и расстановка гвоздей зависят от толщины склеиваемых элементов, качества обработки, степени коробления и плотности древесины. Для склеивания многослойных изделий длина гвоздей должна быть не менее 2 толщин доски, а расстояние между гвоздями — не менее 4 толщин. Для соединения фанеры с деревянным каркасом гвозди забивают с более частой расстановкой, учитывая небольшую толщину фанеры. Если частая расстановка гвоздей нежелательна, фанеру прижи-

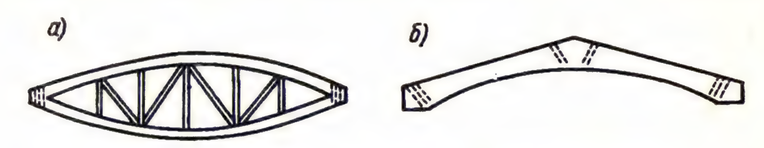
мают к каркасу при помощи деревянных брусков на нескольких крупных гвоздях, которые затем удаляют вместе с брусками, а оставшиеся отверстия зашпаклевывают.

Соединения на вклеенных нагелях устанавливают в отверстия, на 1/3 глубины заполненные клеем, после отверждения которого несущая способность стыка повышается в 1,4 раза. Для этого диаметр отверстий делается на 3—5 мм больше, чем диаметр нагеля, а соединяемые элементы должны быть плотно сжаты между собой, чтобы предотвратить вытекание клея. Применяют клеи с наполнителями (эпоксидные, карбамидные); в качестве нагелей используют стальные арматурные стержни класса АП-AIV, стеклопластиковые и др.

Благодаря повышенной плотности соединения обладают высокой коррозиестойкостью, вовлекают в работу больший объем древесины нагельного гнезда, эффективно работают на растяжение. Рекомендуются в основном для клееных конструкций при строго ограничиваемой влажности древесины, для усиления расслоившихся элементов клееных изгибаемых конструкций, в узлах ферм. При эксплуатации конструкций в агрессивной среде используют нагели из стеклопластика, поверхность которых предварительно делают шероховатой для повышения сцепления клея. При комбинировании с накладками (из древесных пластиков) вклеенные нагели дополняют головками-анкерами. Это повышает работоспособность нагелей при растяжении, поскольку конструкция анкера основана на расклинивании.

Вклеенные нагели, в том числе стеклопластиковые с накладками, используют в конструкциях эстакад, башен, ферм покрытий, в складах минеральных удобрений и в других зданиях с агрессивными средами.

Соединения на вклеенных стержнях. Различают соединения на вклеенных стержнях вдоль волокон, поперек волокон и наклонно к волокнам. Соединения вдоль волокон, обладающие большой жесткостью и прочностью, применяют для стыкования частей многопролетных балок, поясов ферм, арок и присоединения стоек к фундаментам. Менее жесткие соединения на стержнях вклеенных поперек волокон, целесообразно применять для усиления опорных зон балок, ригелей ферм, повышения эксплуатационной надежности гнутоклееных конструкций. Соединения под углом наиболее универсальны; их отличает технологичность, эксплуатационная надежность, регулируемость жесткости.

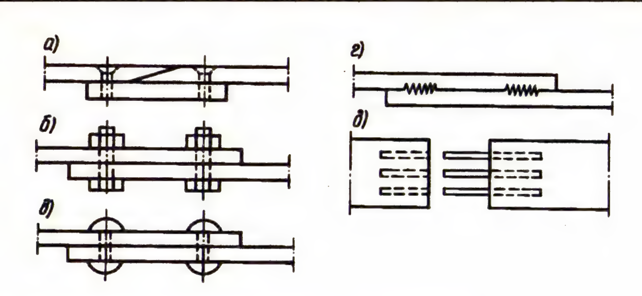


5.11. Клееные конструкции с соединениями на вклеенных стержнях
а — линзообразная ферма; *б* — двускатная балка с гнутым низом

Для стержней используют арматурную сталь периодического профиля классов А-II — А-IV и эпоксидно-цементный клей ЭПЦ-1. Отверстия сверлят электро- и пневмоинструментом, выдувая стружки сжатым воздухом, затем заполняют на 0,1—0,2 объема клеем. Стержни погружают в отверстие виброинструментом с дополнительной заливкой клея по мере поглощения его древесиной. Конечная операция — сварка со стержнями закладных металлических деталей в проектном положении.

Использование соединений на вклеенных стержнях позволяет создавать новые виды конструкций — линзообразные фермы (рис. 5.11, *а*), двускатные балки с гнутым низом в середине пролета (рис. 5.11, *б*), наращиваемые колонны и др.

Клеевинтовые и клеерезьбовые соединения применяют при сборке конструкций. Это соединения, в которых детали запрессованы, т.е. прижаты одна к другой в процессе склеивания при помощи винтов, болтов, шурупов, остающихся в соединяемой паре после отверждения клея. Например, для предотвращения сползания скосов уса и одновременного прижатия листов к накладкам целесообразно использовать клеевинтовое соединение (рис. 5.12, *а*). В клеерезьбовом соединении на ус благодаря применению винтов повышается прочность как при срезе, так и при поперечном изгибе. В этом соединении отсутствует выступ листа, получающийся при соединении внахлестку. Поэтому в сочетании с винтами, имеющими потайную головку, можно получить гладкую поверхность в месте соединения. Такие соединения рекомендуется применять при изготовлении панельных конструкций. Клеерезьбовые соединения выгодны при сборке на клею крупногабаритных замкнутополостных деталей, к которым в процессе запрессовки трудно, а иногда и невозможно приложить постоянное давление, необходимое для доброкачественного склеивания. Завинчивание не требует двустороннего подхода к месту соединения, что удобно, например, при склеивании обшивок трехслойных конструкций с узкой полостью.



5.12. Виды комбинированных соединений
а — клеевинтовое; *б* — клееболтовое; *в* — клеезаклепочное; *г* — клеесварное; *д* — клеештыревое

Клееболтовые соединения (рис. 5.12, *б*) эффективны при сопряжении толстолистовых элементов из стали, алюминия и соединении металлических деталей с неметаллическими. Комбинирование болтов с клеем позволяет уменьшить число крепежных деталей, снизить расход материалов в соединении и создать герметичные швы. Постановка болтов повышает сопротивление клеевых соединений действию отдирающих напряжений, возникающих при растяжении нахлестки, способствует более равномерному распределению сдвигающих напряжений по длине клеевого шва. С другой стороны, воспринимая сдвигающие усилия между деталями, клеевая прослойка значительно снижает пики напряжений, возникающие при нагружении винтовых или болтовых соединений, и тем самым улучшает их работу.

В результате адгезии клея к металлу резьбовая пара стопорится, благодаря чему винты и шурупы не могут самопроизвольно вывинчиваться под действием динамических нагрузок, вибрации или температурных деформаций. Пленка клея на поверхности соединяемых деталей предохраняет их от коррозии, за исключением весьма редких случаев, когда клей сам корродирует металл.

Недостаток винтовой запрессовки — трудность регулирования удельного давления из-за неточности параметров, определяющих осевое усилие винтовой пары. Кроме того, на участках между винтами давление распределяется неравномерно и наблюдается релаксация напряжений сжатия, обусловленная пластическими свойствами клея и склеиваемого материала. При сборке деталей на клею с винтами осевое усилие затяжки,

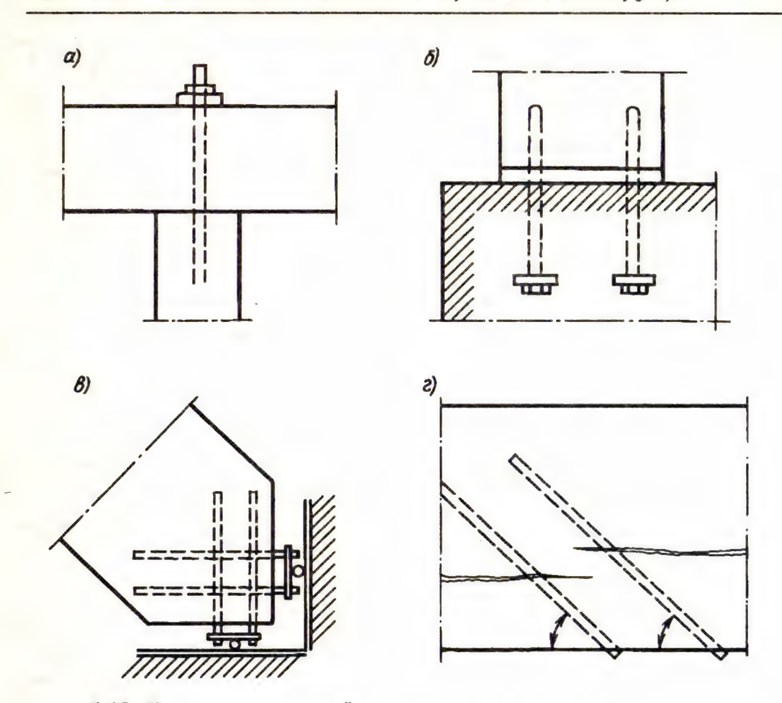
необходимое для создания давления в клеевом шве, определяют по величине крутящего момента, прилагаемого к головке винта. По полученным данным назначают шаг винтов.

Соединения на вклеенных винтах выполняют с помощью винтов или стержней диаметром 20—30 мм с крупной метрической резьбой и продольным пазом (4x4 мм) по всей длине. Винты завинчивают ключом или гайковертом в отверстия, заполненные клеем. Диаметр отверстий на 1,5—2 мм меньше наружного диаметра винта. Для завинчивания используют съемную головку. По продольному пазу клей под давлением поднимается из отверстия на поверхность и распределяется по резьбе, образуя по поверхности контакта плотный модифицированный слой древесины толщиной до 6 мм. Клей применяется тот же, которым склеивается древесина (резорциновый ФР-12, фенолрезорциновый ФРФ-50 и др.). Винты одновременно служат средством запрессовки в склеиваемом элементе, позволяя перемещать его сразу после завинчивания на место выдержки для полного отверждения клея.

Соединения на вклеенных винтах используют в стыках (рис. 5.13, *а*), для анкеровки (рис. 5.13, *б*), для усиления опорных участков (рис. 5.13, *в*) или расслоившихся зон конструкций (рис. 5.13, *г*). Для усиления эксплуатируемых балок покрытия винты ставят снизу под углом 45°, что предотвращает вытекание клея. Соединение рекомендуется для клееных конструкций, где эксплуатационная влажность древесины колеблется в пределах 6%. Для ускоренного отверждения клея используют индукционный электропрогрев стержней или предварительный нагрев в термостате.

Клеесварные и клеезаклепочные соединения применяются для сращивания тонколистовых металлических обшивок. В этих соединениях механическими средствами крепления являются сварные точки, полученные контактной электросваркой, или заклепки, служащие средством прижатия соединяемых листов для получения плотного клеевого шва.

При выполнении клееметаллических соединений руководствуются следующими правилами. Если толщина пакета меньше или равна 3 мм, диаметр заклепок в клеезаклепочном соединении должен быть не менее толщины пакета. Диаметр винтов в клеевинтовом соединении 3—3,5 мм при толщине элементов 0,5—1 мм и 4—5 мм при толщине элементов 1—3 мм. Длина винтов должна быть на 5 мм больше общей толщины пакета.



5.13. Узлы конструкций с вклееными винтами

а — стык элементов фахверка; *б* — анкерное закрепление стойки; *в* — шарнирно-неподвижная опора арки; *г* — усиление расслоившегося участка балки

Расстояние первого ряда заклепок или винтов от кромки соединения должно быть минимальным. Максимальный шаг заклепок, винтов, сварных точек принимается по табл. 5.10.

В частности, минимальные расстояния между сварными точками при толщине листов алюминия 0,5—0,8 мм принимаются в пределах 10—13 мм, а при толщине 1—1,5 мм — 15—20 мм; расстояние между заклепками и винтами устанавливаются равным $3d$; расстояние до кромки соединения — $2{,}5d$ (d — диаметр отверстия для заклепки или болта).

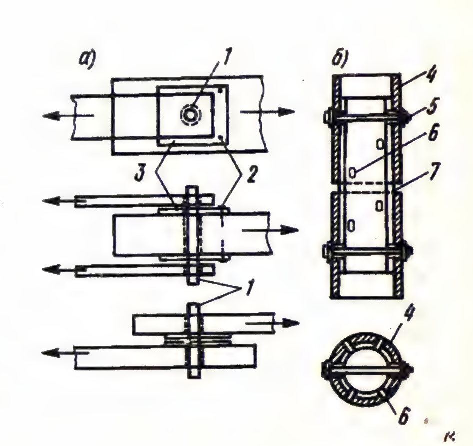
Клеештырьевые соединения применяют для сращивания встык стержневых элементов (см. рис. 5.12, *д*). Это стальные стержни или обрезки арматуры, вклеенные в торец элемента с достаточным заглублением. В смежном конце другого элемента высверлены по шаблону отверстия, в которые на клею

5.10. Шаг заклепок, винтов и сварных точек в клеемеханических соединениях

Склеиваемые листы толщиной, мм	Максимальный шаг, мм		
	сварных точек	винтов	заклепок
Алюминиевые:			
1–1,5	75	75	50
0,5–0,8	50	50	35
Стальные:			
0,8–1,2	150	150	100
0,35–0,6	75	75	50

вставляются штыри, выступающие из первого элемента. Для закрепления штырей в отверстиях используют эпоксидно-цементный клей. Глубина заделки штырей должна быть не менее 20 диаметров стержня.

Клееметаллические и клеепластмассовые шайбы — это пластинки с отверстиями, приклеенные к поверхности деревянных элементов в узлах сопряжений (рис. 5.14). Пластинки служат для передачи на них усилий от нагелей, пропускаемых через отверстия. Для приклеивания металлических шайб применяют фенолформальдегидные и эпоксидные клеи, а для пластмассовых (стеклопластиковых) — полиэфирные и эпоксидно-полиэфирные, преимущественно горячего отверждения.



5.14. Схемы соединений на клеестальных шайбах

а — деревянных элементов; *б* — фанерных труб; *1* — плоская шайба; *2* — шуруп для погашения отрывающих усилий; *3* — нагель; *4* — фанерная труба; *5* — болт; *6* — отверстия для болтов; *7* — шайба-втулка

Стеклопластиковые шайбы изготовляют из пресс-материала КАСТ-В толщиной 10 мм и приклеивают к деревянным элементам эпоксидным клеем холодного отверждения. Для погашения отрывающих усилий соответствующие края шайб закрепляют гвоздями из стеклопластика АГ-4С.

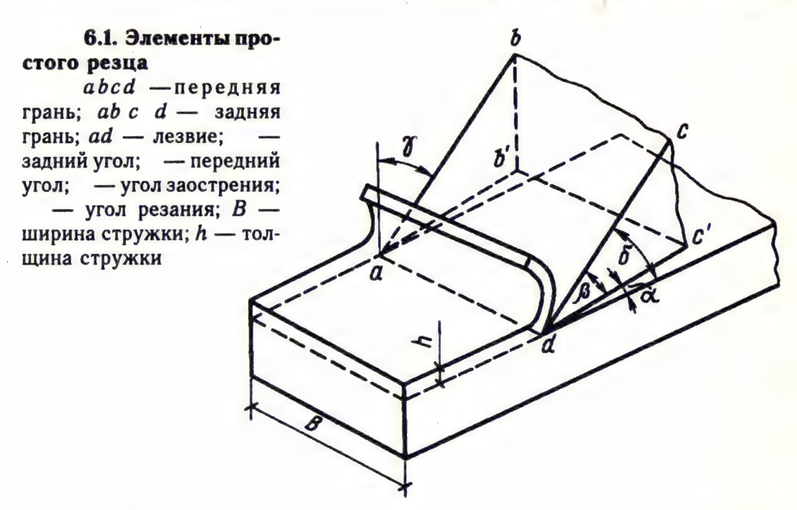
Стеклопластиковые шайбы из материала АГ-4С и АГ-4В можно напрессовывать на поверхность древесины слоем определенной толщины без применения клея — за счет клеящей способности связующего. Напрессовка может быть выполнена с местным утолщением в зоне отверстия и с преимущественной ориентацией стекловолокон в направлении наибольших усилий. Для напрессовки материал укладывают в стальную рамку и прижимают к древесине при давлении 1,5—2 МПа и температуре 150°С. Благодаря наклеиванию или напрессовке пластинок-шайб концентрированные в отверстиях усилия перераспределяются на большую площадь, в связи с чем устраняется или значительно ограничивается смятие древесины в отверстиях и повышается жесткость стержневых конструкций. Таким образом, клеестальные и клеепластмассовые шайбы представляют собой комбинированные нагельно-клеевые соединения.

Глава 6. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ, ПЛАСТМАСС И СБОРКИ ДЕТАЛЕЙ

6.1. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Резание — основной вид механической обработки древесины, при котором происходит разделение материала на заготовки или удаление части его для получения изделий заданных форм, размеров и требуемой степени шероховатости. При резании механически нарушается связь между структурными элементами древесины (волокнами, клетками) в отличие от гнутья или прессования, при которых эта связь сохраняется. По принципу резания осуществляется пиление, строгание, фрезерование и др.

Для обработки древесины резанием применяют режущие инструменты, имеющие один (ножи), несколько (фрезы) или много (пилы) резцов. В общем виде резец имеет форму клина



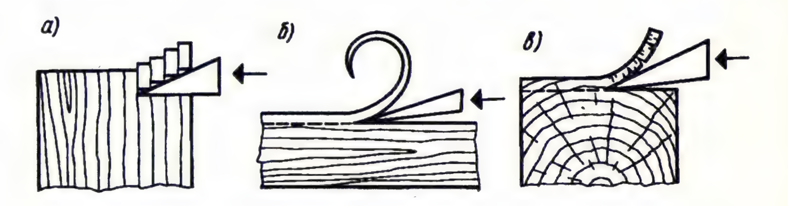
6.1. Элементы простого резца

abcd — передняя грань; *ab c d* — задняя грань; *ad* — лезвие; — задний угол; — передний угол; — угол заострения; — угол резания; *B* — ширина стружки; *h* — толщина стружки

(рис. 6.1), в котором различают переднюю грань, расположенную со стороны снимаемой стружки, заднюю грань, обращенную к обработанной поверхности, и две боковые грани. Передняя и задняя грани образуют переднюю кромку (лезвие резца). Когда ширина резца меньше ширины материала, в резании принимают участие также боковые режущие кромки и грани резца. При поступательном движении резца получают плоскую поверхность, а при вращательном — криволинейную. Плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через режущую кромку резца, называется плоскостью резания.

В зависимости от направления движения резца по отношению к направлению волокон древесины различают торцовое, продольное и поперечное резание (рис. 6.2).

При торцовом резании резец движется в плоскости, перпендикулярной направлению волокон древесины, перерезая их.



6.2. Виды элементарного резания

а — торцове; *б* — продольное; *в* — поперечное

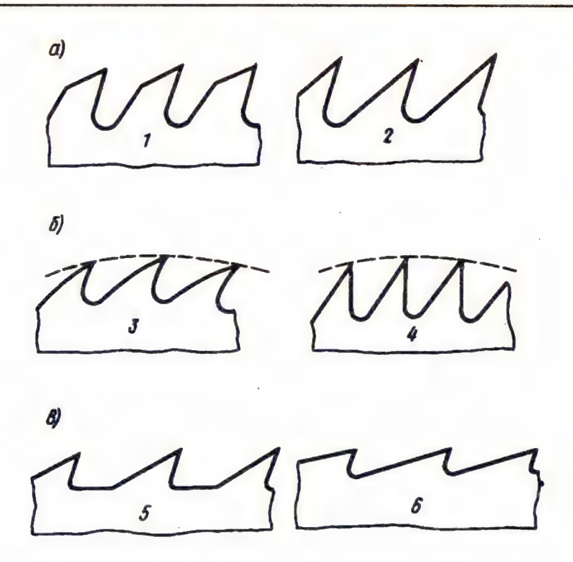
Срезаемая стружка скалывается в виде отдельных слабо связанных или несвязанных элементов. При продольном резании движение резца совпадает с направлением волокон; в этом случае стружка снимается тонкой лентой. Поперечное резание происходит при движении резца в плоскости волокон перпендикулярно их длине. Отделяемые элементы стружки слабо связаны между собой. Однако при создании специальных условий (снятие тонкого слоя древесины, распаривание древесины и обжим ее перед резцом) можно получить относительно прочные листовые изделия — строганый или лущеный шпон. Сопротивление резанию для рассмотренных трех случаев находится в соотношении 5:2:1 (при толщине стружки до 1 мм, величине угла резания 45°).

Различают элементарное и сложное резание. В элементарном резании участвует только одна прямолинейно режущая кромка: толщина снимаемой стружки постоянна, резец надвигается на древесину с постоянной скоростью и по отношению к ее волокнам занимает одно из рассмотренных трех положений. Примером элементарного резания может быть теска топором, резка ножом, стамеской. В сложном резании участвует несколько элементов резца. Например, резание с боковыми стенками, когда длина резца не перекрывает ширины бруска.

В процессе обработки резанием различают движение резания и движение подачи. Эти движения могут быть одновременными или последовательными. Для срезания каждой новой стружки нужно переместить резец относительно древесины (или наоборот). Такое движение называется *движением подачи*, а скорость этого движения — *скоростью подачи*. Движение подачи у большинства режущих инструментов совершается одновременно с движением резания.

Например, при работе круглой пилы сложение двух движений дает траекторию относительного движения резца или траекторию резания. Так как окружная скорость движения пилы значительно больше скорости подачи бруска, то траектория резания почти совпадает с окружностью диска пилы и соответствующая ей скорость вращения диска является, по существу, скоростью резания.

Пиление — наиболее распространенный способ резания древесины. Пила представляет собой многорезцовый инструмент, состоящий из полотна и резцов, называемых зубьями. Различают рамные, дисковые и ленточные пилы (рис. 6.3).



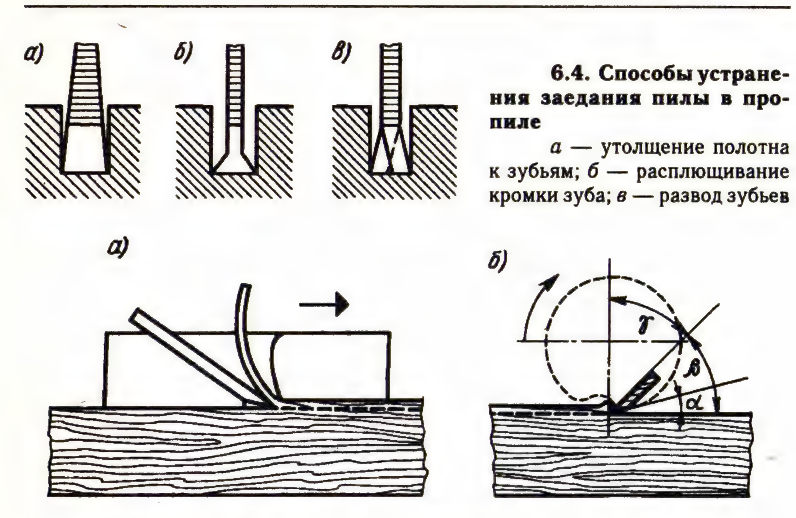
6.3. Профили зубьев пил

а — рамных; *б* — круглых; *в* — ленточных; *1* — ломаный зуб; *2* — прямой зуб; *3* — зуб для продольной распиловки; *4* — зуб для поперечной распиловки; *5* — зуб для досок; *6* — зуб для бревен

Рамные пилы, представляющие собой длинные тонкие стальные полотна, предназначены для продольной распиловки бревен. Ленточные пилы с постоянной или переменной толщиной диска применяют для продольной и поперечной распиловки. Пилы с переменной толщиной диска называют строгальными. Они не требуют развода зубьев и дают гладкую поверхность распила, пригодную для склеивания или покраски. Ленточные пилы — это тонкие стальные полосы с особой формой зубьев, которые применяют для продольной распиловки пиломатериалов и для криволинейных пропилов.

Для устранения трения полотна пилы о древесину между пилой и боковыми стенками пропила создается зазор путем уширения режущей части пилы (рис. 6.4). Стружка. образуемая режущим зубом при движении пилы, измельчается в пропиле и превращается в опилки.

Строгание (рис. 6.5, *а*) — это резание древесины ножами по прямолинейной траектории, совпадающей с направлением рабочего движения. Строганием с поверхности заготовок удаляют неровности, образовавшиеся при других видах механической



6.4. Способы устранения заедания пилы в пропиле

а — утолщение полотна к зубьям; *б* — расплющивание кромки зуба; *в* — развод зубьев

6.5. Схемы обработки древесины строганием (*а*) и фрезерованием (*б*)

обработки, или получают шпон и стружки для плит. При строгании ножи движутся вдоль заготовок либо заготовка перемещается относительно неподвижных ножей. Строгание осуществляется на строгальных, циклевальных, лущильных, стружечных станках.

Фрезерование. Древесина режется вращающимися фрезами или плоскими ножами, укрепленными во вращающихся ножевых головках (рис. 6.5, *б*). Лезвия резцов могут описывать в пространстве цилиндрическую или коническую поверхность (соответственно — цилиндрическое или коническое фрезерование). Когда ось вращения инструмента перпендикулярна поверхности обработки, происходит торцовое фрезерование. Методом фрезерования получают прямоугольные заготовки точных размеров, выбирают пазы, гнезда, нарезают шипы, обрабатывают детали криволинейного или ломаного профиля. Универсальность этого вида обработки обусловлена конструкцией соответствующих станков (фуговальных, рейсмусовых, четырехсторонних, строгальных, фрезерных, шипонарезных) и сменностью режущего инструмента.

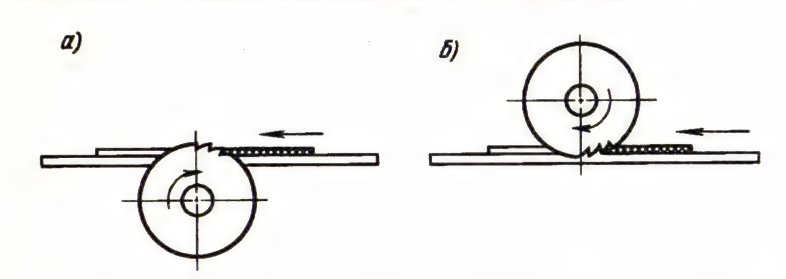
Точение — это обработка деталей для придания им цилиндрической или фасонной формы тела вращения. Производится методом резания вращающейся вокруг своей оси заготов-

ки горизонтально перемещающимися ножами (токарные станки) или методом вращения ножевой головки вокруг изделия (круглопалочные станки). Цилиндрические или овальные отверстия в заготовках получают путем сверления, а отверстия и гнезда прямоугольного или квадратного сечения — методом дробления (сверлильно-долбежные и цепнодолбежные станки).

6.2. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПЛАСТМАСС

Обработка пластмасс заключается в очистке от заусенцев и облоя, обрезке по формату, высверливании отверстий, строгании борозд и пазов, нарезке резьб, обтачивании на токарных станках. Для обработки пластмасс используют металлорежущие и деревообрабатывающие станки и ручные машины. Механическая обработка пластмасс имеет некоторые особенности, связанные с абразивностью наполнителей, плавкостью при нагревании от трения режущего инструмента, деформативностью от усилий обработки. Эти особенности влияют на выбор и конструкцию режущего инструмента. Для резания на заготовки листов стеклопластика, текстолита, винипласта, оргстекла толщиной до 3 мм применяют гильотинные, параллельные или дисковые ножницы. Лучшее качество разрезки достигается на параллельных ножницах (их обычно применяют для слоистых пластиков). Рулонные материалы разрезают дисковыми ножницами.

Разрезка листов. Листы толщиной более 3 мм распиливают ленточными и дисковыми пилами, а также фрезами из высокопрочной стали с мелкими, острозаточенными зубьями. Для разрезки стеклопластиков и пластмасс с минеральными наполнителями, оказывающими абразивное действие на металл, используют карборундовые диски. Разрезка абразивными кругами обеспечивает высокое качество разрезываемых поверхностей. Однако при обработке выделяется большое количество пылевидной стружки. Для ее удаления и улавливания зону резания в процессе работы круга обильно охлаждают 5%-ным раствором эмульсии. Для уменьшения сил трения и быстрого отвода тепла применяют фрезы с пластинками из твердых сплавов или съемные отрезные круги, вращающиеся с высокой скоростью. Подача регулируется в зависимости от марки и толщины обрабатываемого материала. Направление вращения фрезы относительно подачи листов зависит от места ее расположения (рис. 6.6).

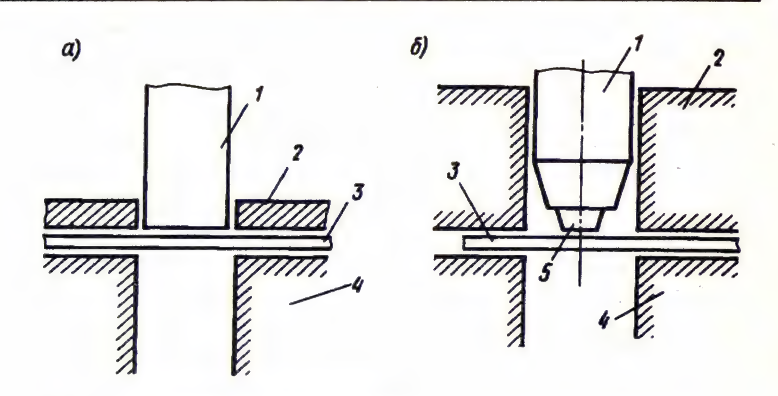


6.6. Схема резания пластмасс при нижнем (*а*) и верхнем (*б*) расположением фрезы

Ленточные пилы с узким полотном применяют для фигурной разрезки, с широким плотном — для прямой. Ленточные пилы используют также для разрезки круглых стержней и труб. Распиловка плит пенопласта производится ножовками или раскаленной проволокой.

Строгание и сверление. Пластмассовые заготовки строгают на поперечно-строгальных или продольно-строгальных металлообрабатывающих стенках со скоростью 15—25 м/мин для листовых термопластов и 20—30 м/мин — для слоистых пластиков. Древесно-слоистые пластики строгают на деревообрабатывающих станках (фуговальных, рейсмусовых) со скоростью 50—100 м/мин. Отверстия в листовых пластмассах получают методом вырубки или сверления. Процесс вырубки принципиально не отличается от штамповки металлов и выполняется на аналогичном прессовом оборудовании. Для вырубки большеразмерных отверстий используют штампы (рис. 6.7), имеющие кромку. При пробивке отверстий в листах слоистых пластиков пользуются ступенчатым пуансоном, первый выступ которого пробивает начальное отверстие, а второй подрезает кромки. Этим способом можно получить отверстия диаметром, равным половине толщины листа. В зависимости от природы материала, его толщины и требуемого качества готовых изделий вырубку можно выполнять с подогревом и без подогрева материала и штампа.

В большинстве случаев отверстия в деталях из пластмасс получают перовыми и спиральными сверлами, отличающимися от сверл для обработки металлов некоторыми конструктивными особенностями и формой заточки режущей части. Перовые сверла применяют для сверления неглубоких отверстий, к



6.7. Схемы вырубных штампов

а — для прямоугольных отверстий; *б* — для круглых отверстий; *1* — пуансон; *2* — прижимное и направляющее устройство; *3* — листовая заготовка; *4* — матрица; *5* — предразрушающий выступ

точности и качеству которых не предъявляют высоких требований, а также для сверления отверстий малого диаметра. Спиральные сверла позволяют получить более чистые поверхности отверстия и обеспечивают необходимую при сверлении точность. Отверстия глубиной более 15 мм рекомендуется сверлить в два приема: сначала сверлом диаметром 5—6 мм, а затем сверлом нужного диаметра.

Фрезерование применяется при обработке плоских и фасонных поверхностей, выборке пазов, уступов, снятии фасок и др. Для фрезерования плоскостей и уступов применяют торцовые фрезы, оснащенные пластинками из твердых сплавов. Прессованные пластики и литые изделия фрезеруют цилиндрическими и конусными фрезами со спиральными зубьями. Для обработки фасонных поверхностей деталей из гетинакса, текстолита и стеклопластиков применяют фасонные фрезы, оснащенные пластинками из твердых сплавов. Фрезы с твердосплавными пластинками имеют более высокую стойкость; форма фасонного профиля их сохраняется лучше даже при обработке абразивных материалов. Недостаток фрез заключается в сложности заточки зубьев. Поэтому многие пластмассы обрабатывают фасонными твердосплавными фрезами с острозаточенными зубьями.

Токарная обработка применяется для деталей, имеющих форму прутков, колец, фланцев, полученных методом литья, экструзии, прессования. Материалы обрабатывают резцами с

пластинками из твердых сплавов, которые можно заменить, не снимая резец со станка. Чтобы получить точные размеры деталей, учитывают температурные деформации пластмасс при обработке и внутренние остаточные напряжения после обработки. Для уменьшения температурных деформаций при токарной обработке применяют жидкостное (для термопластов) или воздушное (для слоистых пластиков) охлаждение. Для снятия внутренних напряжений детали помещают в термокамеру с температурой 50°С на 24—48 ч. После термообработки выполняют вторичные операции по доводке размеров деталей до проектных.

6.3. ЧИСТОТА ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

Шероховатость поверхности. В результате механической обработки поверхность древесины приобретает различную степень шероховатости, которая определяется средней величиной R_z максимальных высот неровностей $H_м$, замеренных от их вершин до дна соответствующих впадин. Неровности могут быть различного характера: борозды от зазубрин режущего инструмента, волнистость при обработке вращающимися ножами, выколы и вырывы кусочков древесины при пилении, ворсистость и мшистость при шлифовании. Степень шероховатости древесины значительно колеблется в зависимости от метода обработки:

Метод обработки древесины	**Максимальная высота, $H_м$, мм**
Пиление:	
рамное	500—2500
ленточное	130—500
дисковой пилой	150—750
Строгание шпона	30—400
Лущение шпона	40—300
Обработка строгальными пилами	25—130
Фрезерование	30—200
Шлифование	10—125

Среднюю высоту неровностей R_z определяют по пяти наибольшим неровностям, расположенным на базе измерения (базовая длина профиля поверхности). Базовая длина ограничивается небольшими размерами, зависящими от частоты крупных неровностей (технологических дефектов), не относящихся к понятию шероховатости. Чем грубее шероховатость и больше

6.1. Классы шероховатости поверхности

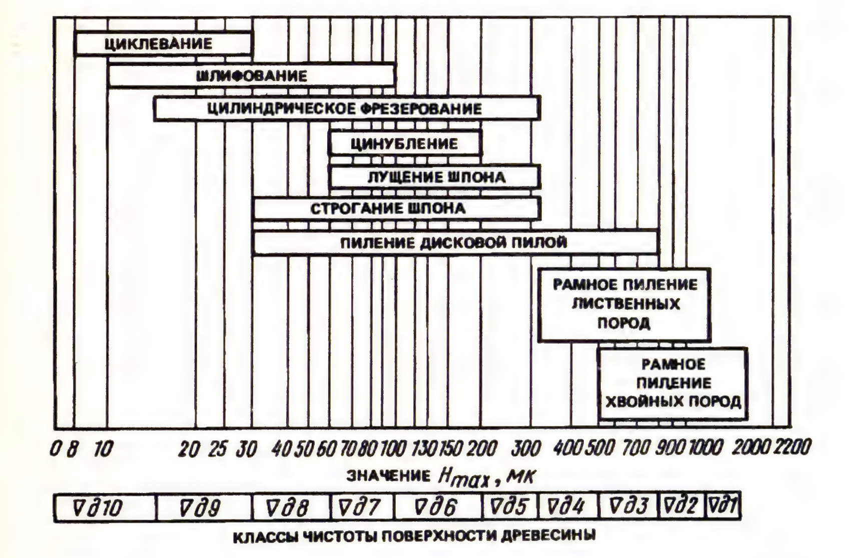
Класс шероховатости	Параметры шероховатости R_z, мкм	Базовая длина измерений неровностей, мм
1	320–160	8
2	160–80	8
3	80–40	8
4	40–20	2,5
5	20–10	2,5

шаг неровностей, тем больше должна быть и базовая длина. Установлено четыре базовых значения длины: 0,8; 2,5; 8 и 25 мм. На значении параметра отражается только высота наиболее крупных неровностей в пределах базовой длины. Для нормирования шероховатости рекомендуется пользоваться рядами предпочтительных чисел в границах значения: 1600; 800; 400; 200; 100; 50; 25; 12,5; 6,3; 3,2 мкм. Этими пределами обычно регламентируют шероховатость поверхностей при проектировании изделий из древесины, указывая на чертежах только верхний предел.

В зависимости от размера неровностей установлено 14 классов шероховатости, из которых 5 соответствуют шероховатости древесины (табл. 6.1).

Требования к шероховатости поверхности определяются назначением деталей: для склеивания требуется 1-й класс шероховатости, для лакирования — 3-й, для окрашивания — 2-й. Например, под отделку полиэфирным лаком шероховатость должна быть до 63 мкм; под отделку красками и эмалями — до 125 мкм. Поверхности, предназначенные под склеивание массивной древесины, могут иметь шероховатость до 200 мкм, а волнистость, образующуюся после продольного фрезерования, до 3—4 мм. При таком условии в случае совпадения гребней волн смежных поверхностей толщина клеевого слоя не будет превышать 300 мкм.

Чистота поверхности зависит от способа обработки древесины (рис. 6.8). Параметры шероховатости определяют профилографическими и профилометрическими методами. Проф-



6.8. Диаграмма для выбора способа обработки деталей по заданной чистоте поверхности

илографические методы основаны на получении чертежа-графика профиля в увеличенном масштабе; по данным этой профилограммы определяют искомые параметры шероховатости. Профилометрические методы позволяют измерить параметр по ходу его изменения вдоль профиля нормального сечения без необходимости графического представления этого профиля. Профилографические методы дают больше информации о шероховатости поверхности, чем профилометрические.

Допуски и посадки. Система допусков и посадок регламентирует точность обработки и сборки деталей, узлов и изделий, обеспечивающую необходимую прочность, плотность или взаимную подвижность сопрягаемых частей изделий.

В системе допусков и посадок приняты следующие основные понятия.

1. *Охватывающая поверхность* или *отверстие* (гнездо, проушина, шпунт, проем) и *охватываемая поверхность* или *вал* (шип, гребень).

2. *Номинальный размер* (основной расчетный размер, общий для охватывающей поверхности) и *действительный*

размер (размер детали после ее изготовления). Действительный размер обработанной детали отличается от номинального, заданного чертежом, или равен ему. Для обеспечения взаимозаменяемости деталей на чертеже дают два размера, указывающих пределы действительного размера. Один из них называется наибольшим, а другой — наименьшим предельным размером.

3. Разность между наибольшими и наименьшими предельными размерами называется *допуском на неточность изготовления*. Чем больше разность предельных размеров, тем больше допуски на неточность изготовления детали и тем меньше требования, предъявляемые к точности ее изготовления.

4. Предельные размеры, отнесенные к номинальному, называются *отклонениями*. Верхним отклонением (ВО) называется разность между наибольшим предельным размером и номинальным; нижним отклонением (НО) — разность между наименьшим предельным размером и номинальным.

5. Если при сборке одна деталь входит в другую, то размеры соединяемых деталей называются **сопрягаемыми.** Например, при шиповых соединениях это размеры шипа и гнезда. Несопрягаемые размеры деталей называются *свободными*. Размер отверстия (гнезда) является основным (не зависит от вида посадки), а размер вала (шипа) — присоединительным. Разность между размерами отверстия и вала, создающая ту или иную степень свободы их относительного движения, называется *зазором*. Наибольший зазор — разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала. Наименьший зазор — разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

6. Отрицательная разность между размерами отверстия и вала до сборки, обеспечивающая после сборки соответствующую степень плотности и прочности их неподвижного соединения, называется *натягом*. Наибольшим натягом называется разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала. Разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала образует наименьший натяг.

7. *Поле допуска* определяется размером допуска и его положением относительно номинального размера. Обозначается поле допуска буквами H, I_s (для отверстия), a, b, c, d и др. (для вала), далее указывается номер квалитета. Например, *H13*

обозначает основное отклонение *H* и номер квалитета отверстия; *a13* — основное отклонение *a* и номер квалитета вала.

8. *Квалитет* — совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров. Допуски в каждом квалитете для каждого номинального размера разные. Они определяются как произведение единицы допуска, зависимой от номинального размера, на коэффициент *a*, установленный для каждого квалитета. В деревообработке используют квалитеты от 10 до 18 (в порядке уменьшения точности). Значения коэффициента *a* для определения величины допуска любого размера в каждом квалитете следующие:

квалитет	10	11	12	13	14	15	16	17	18
коэффициент	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

Числовые значения допусков для наиболее широко используемых размеров соединительных элементов строительных изделий и конструкций приведены в табл. 6.2.

9. *Посадкой* называется характер соединения деталей, определяемый размером получающихся в нем зазоров или натягов. Вид посадки зависит от размера и взаимного расположения полей допусков отверстий и вала.

Посадки обозначаются цифрами и буквами с индексами, например: *45 H13 — a13*. Первая цифра *45* обозначает номинальный размер, общий для обоих сопрягаемых элементов (отверстия и вала), далее следует обозначение поля допуска отверстия (*H13*) и поля допуска вала (*a13*). Номер квалитета и вид посадки выбирается в зависимости от требуемого качества соединения, назначения изделия, его конструктивных особенностей, усло-

6.2. Значения допусков, мм

Интервал размеров, мм	Квалитет							
	11	12	13	14	15	16	17	18
1–3	–	0,1	0,14	0,26	0,4	0,6	1	1,4
3–6	–	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6–10	–	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10–18	–	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18–30	–	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30–50	–	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50–80	0,19	0,3	0,45	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80–120	0,22	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120–180	0,35	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180–250	0,29	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250–315	0,32	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315–400	0,36	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400–500	0,4	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7

6.3. Допускаемые отклонения от номинальных размеров готовых неокрашенных столярных изделий

Изделие	Допускаемые отклонения, мм		
	по высоте	по ширине	по толщине
Створки, фрамуги и форточки оконных переплетов, дверные полотна, просветы для филенок, коробки (в четвертях)	±2	±2	±1
Обвязка и средники оконных переплетов, фрамуг и дверных полотен, подоконные доски	–	±2	±1
Горбыльки, штапики, раскладки и обкладки щитовых дверей	–	±1	±1
Бруски коробок	–	±2	±2

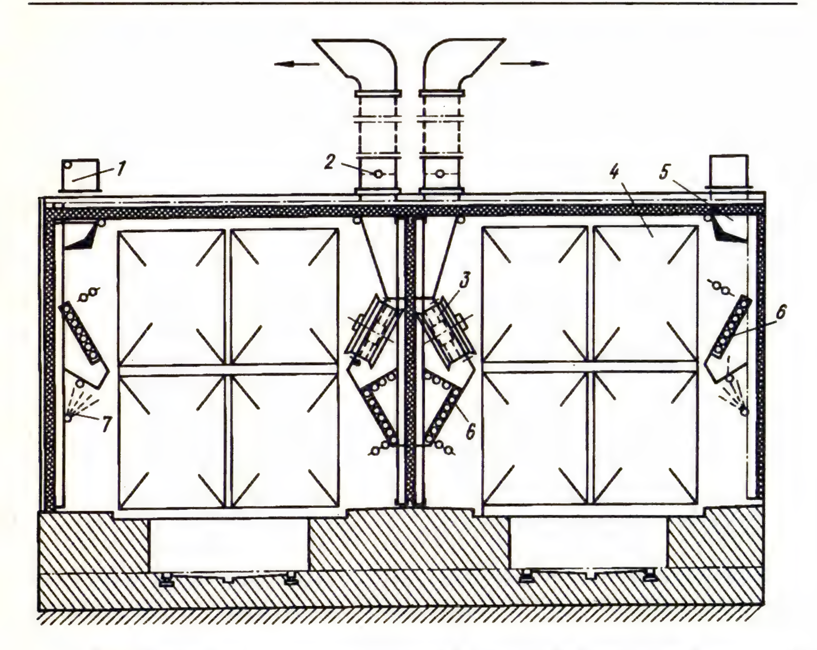
вий производства и эксплуатации. Посадки с зазором характерны для плоскостных конструкций, в которых должно быть обеспечено свободное соединение частей (входные двери, оконные переплеты). Переходная посадка необходима для деталей, вставляемых на место легким ударом или нажатием руки (устройство пола из шпунтованных досок, установка филенок в обвязку дверей и т.п.)

Отклонения от номинальных размеров готовых неокрашенных столярных изделий не должны превышать значений, приведенных в табл. 6.3.

6.4. ВЫСУШИВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

При высушивании в камерах необходимое для испарения тепло подводится к древесине при помощи нагретого воздуха, топочных газов или перегретого пара. Среда, окружающая древесину в процессе сушки, называется сушильным агентом.

В производстве деревянных клееных конструкций используют камеры периодического действия, при работе которых периодически чередуются циклы: полная загрузка камеры штабелями — контролирование сушки — полная разгрузка камеры. Это преимущественно воздушные камеры, сборные или стационарные, с принудительной циркуляцией сушильного агента.



6.9. Схема цельнометаллической сборной сушильной камеры периодического действия

1 — впускной клапан для воздуха; *2* — выпускной клапан; *3* — осевые вентиляторы; *4* — четырехпакетный штабель досок; *5* — воздухопровод; *6* — паровой калорифер; *7* — впрыскиватель воды

Из существующих конструкций наиболее совершенны сборные камеры (рис. 6.9). Это цельнометаллические сооружения с тепловой изоляцией в блочном исполнении. Они оборудованы вентиляторами, паровыми калориферами, впрыскивателями воды, впускными и выпускными клапанами. Процесс сушки в таких камерах полностью автоматизирован.

Значительно реже используются камеры для сушки пиломатериалов электроиндукционным и диэлектрическим (высокочастотным) способами, а также ванны для высокотемпературной сушки в гидрофобных жидкостях, главным образом петролатуме.

В процессе сушки влага в древесине перемещается из внутренних слоев к поверхности и испаряется в окружающую среду. Так как скорость испарения выше скорости перемещения влаги, наружные слои древесины высыхают быстрее и стремятся сократиться в объеме. Этому процессу препятствуют внутрен-

ние слои, из которых влага еще не успела удалиться. В результате возникают усилия, растягивающие наружные слои так, что в них могут образоваться трещины. Поэтому при сушке необходимо, чтобы скорость испарения влаги с поверхности (скорость влагоотдачи) не превышала скорость продвижения влаги из внутренних слоев.

Режимы сушки — это расписание температуры и влажности сушильного агента в зависимости от влажности древесины. Различают мягкие, нормальные, форсированные и высокотемпературные режимы сушки. Мягкие режимы обеспечивают полное сохранение физико-механических свойств древесины, нормальные допускают незначительное их изменение после сушки, а форсированные приводят к заметному (до 20%) снижению прочности пиломатериалов. В зависимости от начальной влажности древесины и толщины досок камерную сушку по мягким режимам ведут при температуре не выше 60°С, по нормальным — не выше 100°С, по форсированным — не выше 130°С. Высокотемпературная сушка проводится в среде перегретого пара или в гидрофобных жидкостях, нагретых до 140—150°С.

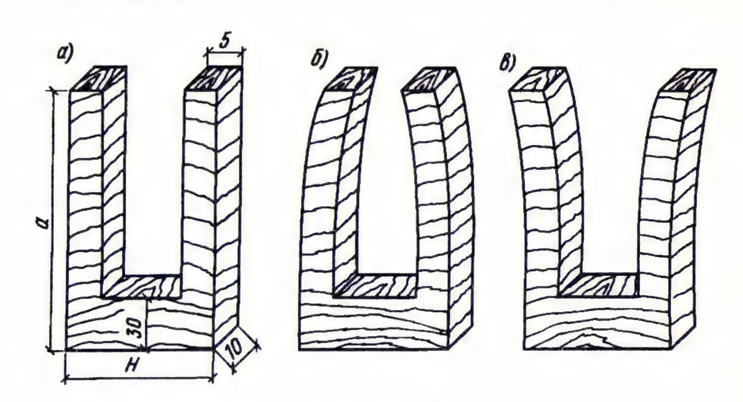
Для пиломатериалов, идущих на несущие конструкции, обычно применяют мягкие режимы сушки, характеризуемые перепадом влажности, составляющим 165—2,5% на 1 мм толщины материала. Для сушки пиломатериалов, идущих на ограждающие конструкции, применяют нормальные режимы, при которых перепад влажности в досках составляет 2—3,5% на 1 мм толщины. Перепад влажности определяют по секциям послойной влажности, отпиливаемых от образцов, помещенных в камеру вместе с высушиваемым материалом.

Кроме температуры, режим сушки характеризуется степенью насыщенности сушильного агента и психрометрической разностью. Степень насыщенности — это отношение абсолютной влажности воздуха к его влагоемкости при данной температуре, а психрометрическая разность — перепад в показаниях сухого и смоченного (мокрого) термометра. Эти параметры изменяются в процессе сушки по ступеням в зависимости от влажности древесины, размеров и назначения высушиваемых материалов. С увеличением психрометрической разности повышается жесткость режима, возрастает интенсивность испарения влаги из древесины. Рекомендуемые режимы сушки пиломатериалов для клееных конструкций указаны в табл. 6.4.

6.4. Рекомендуемые режимы сушки пиломатериалов для деревянных конструкций

Влажность древесины, %	Параметры сушки и толщина пиломатериалов, мм														
	до 20			25			32–40			45–50			60		
	$t_с$	$t_м$	φ	$t_с$	$t_м$	φ	$t_с$	$t_м$	φ	$t_с$	$t_м$	φ	$t_с$	$t_м$	φ
Более 30	47/82	42/72	0,73/0,65	47/75	43/68	0,78/0,73	42/75	38/70	0,77/0,8	42/69	39/64	0,83/0,8	42/69	39/65	0,83/0,84
30–20	50/87	42/73	0,62/0,55	50/80	43/69	0,66/0,61	45/80	39/71	0,68/0,67	45/73	40/64	0,73/0,69	45/73	40/66	0,73/0,72
Менее 20	62/108	41/73	0,29/0,25	62/100	42/69	0,31/0,27	57/100	38/71	0,3/0,3	57/91	39/65	0,33/0,32	57/91	39/66	0,33/0,34

Примечания: 1. $t_с$ – температура сухого термометра, °С; $t_м$ – температура мокрого термометра, °С; φ – степень насыщенности среды. 2. Сверху от черты – параметры для мягких режимов; снизу от черты – параметры для нормальных режимов.



6.10. Деформация силовых секций

а — при отсутствии перепада влажности по толщине пиломатериала; *б* — при движении влаги к периферии; *в* — при высушивании пиломатериала с поверхности (начальный период сушки)

Процесс сушки. Перед началом сушки пиломатериалы нагревают, для чего в камеру подают сушильный агент с температурой, на 5°С превышающей температуру первой ступени режима сушки. Нагревание ведут при одинаковых показаниях сухого и мокрого термометров. Длительность начального нагревания составляет 1—2 ч на каждый сантиметр толщины материала. После прогрева в камере поддерживают (вручную или автоматически) заданную температуру и степень насыщенности сушильного агента.

В процессе сушки контролируют текущую влажность древесины и внутренние напряжения в ней. По значению влажности вырезанных из досок контрольных образцов судят о возможности перехода на следующую ступень режима или окончания процесса. При появлении в материале значительных напряжений сушку временно приостанавливают и производят промежуточную термовлагообработку досок воздухом повышенной температуры и влажности.

Характер и величину внутренних напряжений в древесине при ее сушке определяют по силовым секциям, которые выпиливают из торцовых срезов. Если зубцы секции остаются прямыми (рис. 6.10, *а*), то внутренних напряжений в материале нет и перепад влажности отсутствует. Если влажность в наружных слоях выше, чем в середине материала, зубцы изгибаются внутрь (рис. 6.10, *б*). Это свидетельствует, например, о чрезмерной

интенсивности термовлагообработки в камере. Изгиб зубцов наружу (рис. 6.10, *в*) указывает на растягивающие напряжения в поверхностной зоне материала, возникающие в результате быстрого испарения влаги. Такое состояние характерно для начальных стадий сушки.

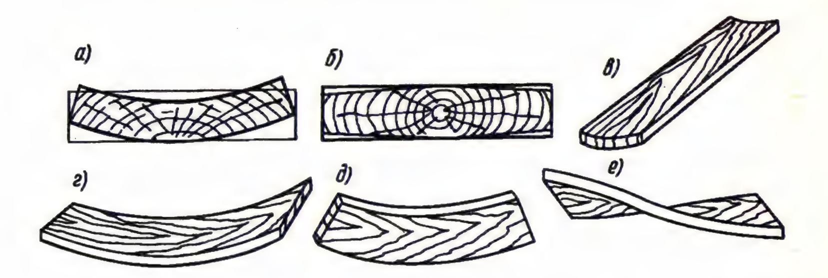
После того, как влажность контрольных образцов достигнет заданной величины, проводится окончательная термовлагообработка пиломатериалов. Для этого в камеру подается пар с температурой, на 5—8°С выше температуры последней ступени режима и с влажностью на 3% выше влажности материала (с целью увлажнения поверхности древесины). Конечная термовлагообработка необходима для снятия внутренних напряжений, возникающих в процессе сушки. По окончании термовлагообработки поверхность пиломатериалов подсушивают в течение 1—4 ч при параметрах последней ступени режима, затем охлаждают материал до 30—40°С со скоростью примерно 1 ч на каждый сантиметр толщины.

После окончания камерной сушки пиломатериалы выдерживают не менее 3 сут в помещении с относительной влажностью воздуха 65—75% при температуре 16—22°С. Влажность высушенных пиломатериалов должна находиться в пределах 8—12% при установленной норме 10%.

Дефекты сушки появляются в виде растрескивания, коробления, выпадения сучков и др. Часто наблюдается изменение формы поперечного сечения досок из-за различной величины усушки в тангенциальном и радиальном направлениях (рис. 6.11, *а*, *б*). Трещины могут появляться на различных этапах сушки: наружные — в начале процесса, внутренние — в конце. раньше других появляются торцовые трещины. Для предупреждения наружных и внутренних трещин необходима промежуточная термовлагообработка древесины. Для предупреждения торцовых трещин рекомендуется обмазывать торцы досок влагонепроницаемыми составами.

Коробление (рис. 6.11, *в—е*), как и изменение формы поперечного сечения, вызывается различием тангенциальной и радиальной усушки; выпадение сучков — большей их усушкой, чем близлежащих участков древесины; выплавление смолы и потемнение — высокой температурой сушки.

Вероятность появления дефектов может быть значительно снижена, если сочетать камерную сушку пиломатериалов с атмосферной. При атмосферной сушке соблюдается примерно



6.11. Изменение формы поперечного сечения (*а*, *б*) и коробление досок (*в*—*е*) в процессе сушки

а — тангенциальная распиловка; *б* — радиальная распиловка; *в* — поперечное коробление; *г* — продольное коробление по пласти; *д* — продольное коробление по кромке; *е* — винтообразное коробление

такой же порядок укладки, хранения и транспортирования досок, как для камерной сушки. Для защиты от грунтовой скорости штабели укладывают на фундаменты высотой 50—75 см в хорошо проветриваемом месте. Ориентировочная продолжительность сушки сосновых досок до 20%-й влажности составляет 30 сут летом и 40—50 сут осенью и весной.

6.5. СКЛЕИВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

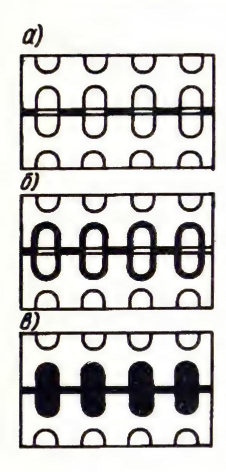
Теоретическая схема. Поверхность механически обработанной древесины можно представить как совокупность разрезанных клеток сосудов и волокон, с которыми клей вступает в контакт. При этом возможны три схемы этого контакта:

1) клей заполняет промежутки только между стенками клеток, оставляя свободными полости и сосуды (рис. 6.12, *а*);

2) клей смачивает всю свободную поверхность сопрягаемых деталей, но не заполняет целиком полости клеток и сосудов (рис. 6.12, *б*);

3) клей заполняет все свободное пространство между поверхностями, проникая на некоторую глубину в древесину по обе стороны клеевого шва (рис. 6.12, *в*).

Практическая реализация этих схем зависит от количества клея, наносимого на поверхность. Склеивание по первой схеме возможно при расходе клея 20—30 г/м², по второй — 70—80 г/м², по третьей 100—150 г/м². В производственных усло-



6.12. Схемы заполнения клеем шва между деревянными деталями при склеивании

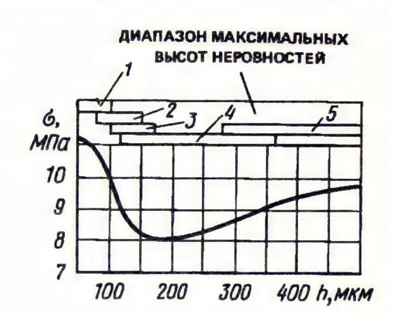
а — с заполнением промежутков между стенками клеток; *б* — с частичным заполнением полостей клеток; *в* — с заполнением всех свободных полостей

виях на склеивание 1 м² древесины расходуется 200—300 г клея с учетом не только проникания его в древесину, но и неровностей клеевого шва, вытекания клея из зазора и т.п.

Глубина проникания клея в древесину зависит от прилагаемого давления, длины и направления волокон относительно плоскости склеивания. Если угол наклона волокон меняется от 0° до 90° (торцовый разрез), глубина проникания клея увеличивается в 15—150 раз, что требует повышенного расхода клея.

Прочность склеивания. Для прочного склеивания древесину обрабатывают веществами, укрепляющими стенки клеток или закупоривающими сосуды. Такое же действие оказывает клей. Наибольшую прочность клеевого шва обеспечивает взаимодействие клея с разрезами клеточных стенок, которые состоят из нескольких слоев, содержащих различные количества целлюлозы, гемицеллюлоз и лигнина — веществ, обладающих полярностью и поэтому хорошо сцепляющихся с клеем. Наиболее адгезионноактивна целлюлоза; поэтому на тех участках, где она преобладает, прочность склеивания выше. Чем толще стенки клеток, тем больше адгезионное взаимодействие клея с древесиной и тем больше прочность склеивания. Поэтому участки поздней древесины, имеющие более толстые клетки, склеиваются прочнее. Они имеют менее резкий рельеф в разрезе, что также способствует лучшему склеиванию.

Размеры и характер неровности поверхности древесины, зависящие от способа ее обработки, по-разному влияют на прочность склеивания (рис. 6.13). При гладкой поверхности,



6.13. Влияние вида обработки поверхности на прочность склеивания древесины

1 — шлифование; *2* — строгание; *3* — фрезерование на рейсмусовм станке; *4* — обработка строгальной пилой; *5* — распиливание ленточной пилой

образуемой ручным строганием, прочность склеивания наибольшая; при шероховатой поверхности, созданной пилой с разведенными зубьями, — наименьшая. На прочность склеивания древесины значительно влияет ее плотность (или пористость), что также связано с толщиной клеточных стенок. Чем выше плотность, тем более прочно склеивается древесина. Если допустить, что пористость отсутствует на всей площади клеевого шва и сцепление происходит только с веществом древесины, то прочность склеивания могла бы достигнуть 30—33 МПа. Фактически для наиболее распространенных пород — сосны, ели, березы, лиственницы, дуба она составляет 8—12 МПа.

Древесина хвойных и лиственных пород, отличающихся анатомическим строением, склеивается по-разному. При склеивании древесины сосны клей заполняет преимущественно клетки, а при склеивании березы — клетки и сосуды. На прочность склеивания значительно влияет влажность древесины (рис. 6.14). При повышенной влажности клей хуже взаимодействует с древесиной, так как ее адгезионно-активные радикалы блоки-

6.14. Влияние влажности древесины на прочность склеивания ее фенолформальдегидным клеем

1 — дуб; *2* — сосна

руются молекулами воды. Для различных клеев существуют пределы влажности склеиваемой древесины: для резорциноформальдегидных 20—22%, фенолформальдегидных 15—18%, карбамидных и поливинилацетатных 8—10%. При повышенной влажности склеиваемая древесина менее прочная, что также отражается на прочности клеевого шва.

Толщина клеевого шва зависит от вязкости клея, содержания в нем неполнителей, прилагаемого давления при запрессовке и других факторов. Чем толще клеевой шов, тем больше в нем напряжения от усадки клея, от усушки древесины и тем ниже прочность соединений. На толщину клеевой прослойки влияет способ обработки древесины. При станочном фрезеровании поверхностей толщина клеевой прослойки находится в пределах 0,1—0,5 мм, при ручном строгании — 0,02—0,1 мм. От способа обработки зависит также равномерность толщины клеевой прослойки и распределение в ней усадочных, влажностных и иных напряжений. Местное утолщение прослойки может оказаться слабым местом клеевого соединения. Дефекты фрезерования (заколы, задиры, трещины, риски от зазубренных ножей и пр.), а также загрязнения станочной смазкой снижают прочность склеивания. Загрязненные места поверхности (в том числе выступающую смолу) очищают тампоном, смоченным в ацетоне или бензине.

Склеивание древесины, обработанной антисептиками и антипиренами. Адгезионные свойства поверхности антисептированной и антипирированной древесины значительно изменяются, контакт с клеем нарушается. Неполярные и маслянистые антисептики снижают адгезионную способность древесины, водорастворимые соли увеличивают ее гигроскопичность, влияют на реакцию отверждения клея, способствуют старению клеевого шва. При антисептировании солями древесину склеивают с отвердителем, количество которого корректируют с учетом добавочной кислотности антисептика. При склеивании древесины, пропитанной маслянистыми антисептиками, используют клеи, содержащие органические соединения и растворяющие антисептики. Рекомендуется также протирать поверхность ацетоном или дихлорэтаном. Для прочного склеивания пропитанной древесины увеличивают продолжительность открытой выдержки, применяют более длительную запрессовку и повышенное давление.

Склеивание древесины с металлами и пластмассами затруднено из-за различия физических и химических свойств соединяемых материалов (плотности, теплопроводности, температурного расширения, стойкости к влаге, кислотным и щелочным компонентам клея). Рекомендуется применять эпоксидные клеи, модифицированные каучуками, полиэфирами, содержащие наполнители (портландцемент, маршалит, стекловолокно). Хороший результат дает применение менее прочных, но более эластичных каучуковых клеев. Слой клея наносят на поверхность, высушивают, а затем поверхности склеивают с реактивацией, т.е. с нагреванием для размягчения клея.

При склеивании фенолформальдегидными клеями используют эластичный подслой из клея БФ-2, который наносят на поверхность металла, подсушивают, а затем склеивают металл с древесиной клеем ВИАМ-Б-3 холодным способом. В качестве подслоя используют также порошкообразный фенолполивинилбутиральный клей, который наносят на поверхность металла методом газопламенного напыления.

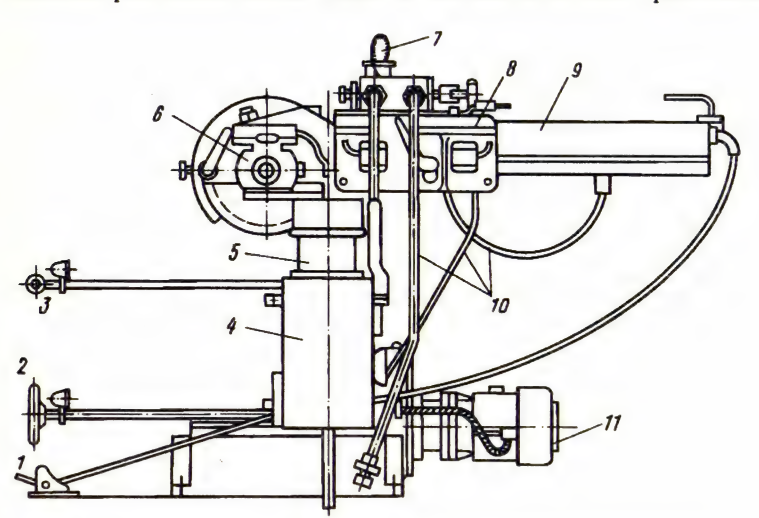
Для склеивания стеклопластиков с древесиной рекомендуется полиэфирный клей, наполненный стекловолокном. Толщина клеевого слоя 0,1—0,5 мм. Поверхность стеклопластика перед склеиванием очищают от технологических смазок бензином или ацетоном и обрабатывают наждачной бумагой. Склеивание пенопластов не требует обработки поверхности, но применяемые клеи не должны содержать компонентов, растворяющих ячейки пенопласта (ароматических и хлорированных углеводородов, кетонов, эфиров и др.).

Глава 7. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ

7.1. СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ И ПЛАСТМАСС

Станки для поперечной распиловки. Поперечную распиловку (торцовку) выполняют на однопильных торцовочных станках с прямолинейной подачей пильного суппорта. Например, станок ЦПА-40 (рис. 7.1) предназначен для точного поперечного распиливания досок, брусьев и щитов. На станке обрабатывают детали шириной до 400 мм при высоте пропила не более 100 мм. Поворот суппорта в горизонтальной плоскости дает возможность распиливать под углом к кромке доски.

Торцовочный станок ТС-3 отличается от станка ЦПА-40 нижним расположением пилы и пневматическим прижимом



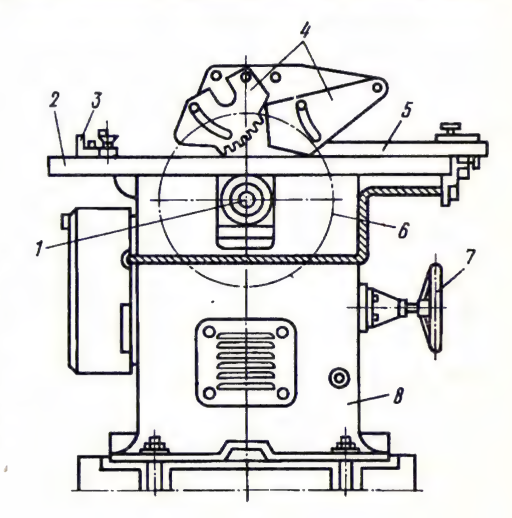
7.1. Торцовочный станок ЦПА-40

1 — педаль включения гидропривода; *2* — маховичок подъема пилы; *3* — тяга для крепления стола; *4* — стойка; *5* — колонка; *6* — пила с электродвигателем; *7* — манометр; *8* — направляющая обойма; *9* — суппорт пилы; *10* — гидропривод; *11* — электродвигатель гидронасоса

обрабатываемых деталей. На нем можно распиливать детали шириной до 250 мм при высоте пропила не более 100 мм.

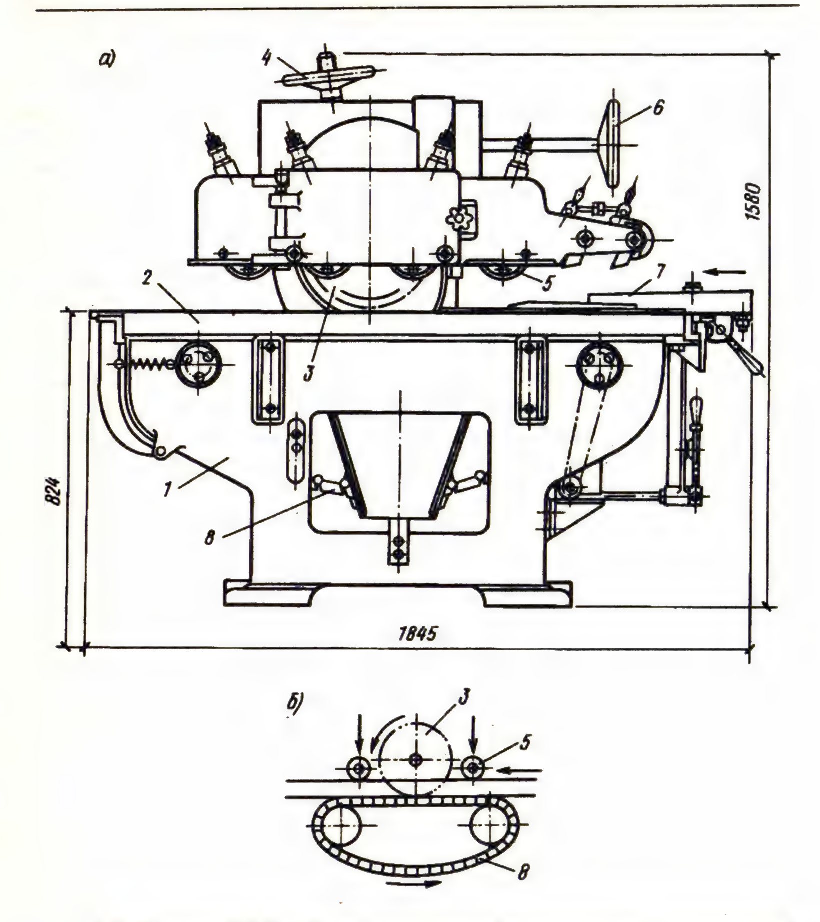
Станки для продольной распиловки бывают с ручной и механизированной подачей материала на пилу. Станки с ручной подачей, позволяющие раскраивать материал по всем направлениям, называются универсальными. Например станок Ц-6 (рис. 7.2) состоит из чугунной станины и смонтированного внутри нее пильного вала, который может менять положение по высоте. Выступ пильного диска над рабочим столом регулируется маховичком. Установленная на столе линейка обеспечивает направление подачи материала при продольном распиливании. Для поперечного распиливания имеется другая направляющая линейка, устанавливаемая под любым углом к плоскости пилы в пределах 45—135°. На станке обрабатывают детали шириной до 400 мм при высоте пропила не более 100 мм.

Для продольной распиловки с механической подачей пиломатериала применяют круглопильные станки ЦА-2А; ЦДК-5-2 пятипильный; ЦДК-4-2 однопильный и др. Станок ЦА-2А имеет одну или две пилы, установленные на расстоянии 10—15 мм. Распиливаемый материал подается зубчатым диском, двумя нижними и одним верхним подающими вальцами. Для правильной установки материала на столе имеется направляющая линейка, переставляемая по шкале на нужный размер отпиливаемой заготовки. На станке можно обрабатывать детали шири-



7.2. Круглопильный универсальный станок Ц-6

1 — пильный вал; *2* — рабочий стол; *3* — упор; *4* — ограждающие пилы; *5* — направляющая линейка; *6* — пила; *7* — маховичок подъема пильного вала; *8* — станина



7.3. Станок ЦДК-4-2 для продольной распиловки с гусеничной подачей

а — общий вид; *б* — схема гусеничной подачи; *1* — станина; *2* — стол; *3* — пила; *4* — маховичок установки суппорта прижимных роликов; *5* — прижимные ролики; *6* — маховичок установки пильного суппорта; *7* — направляющая линейка; *8* — гусеничный механизм подачи

ной не более 300 мм, длиной не менее 600 мм при высоте пропила до 80 мм.

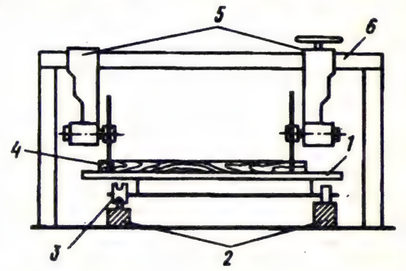
Станок ЦДК-5-2 оборудован гусеничной цепью для подачи пиломатериала и прижимным устройством. Пиломатериал распиливается дисковыми пилами, монтированными на пильном

валу, который может подниматься и опускаться в зависимости от требуемой высоты пропила (регулируется в пределах 6—100 мм). Длина распиливаемых досок не менее 600 мм, ширина — не более 250 мм.

Однопильный станок ЦДК-4-2 (рис. 7.3) также оборудован гусеничной цепью с прижимным устройством. Станок имеет чугунную станину, левый и правый столы, направляющую линейку, маховички установки суппорта прижимных роликов и суппорта пилы на необходимую высоту. На станке можно распиливать материал шириной не более 400 мм, длиной не менее 600 мм при высоте пропила до 100 мм.

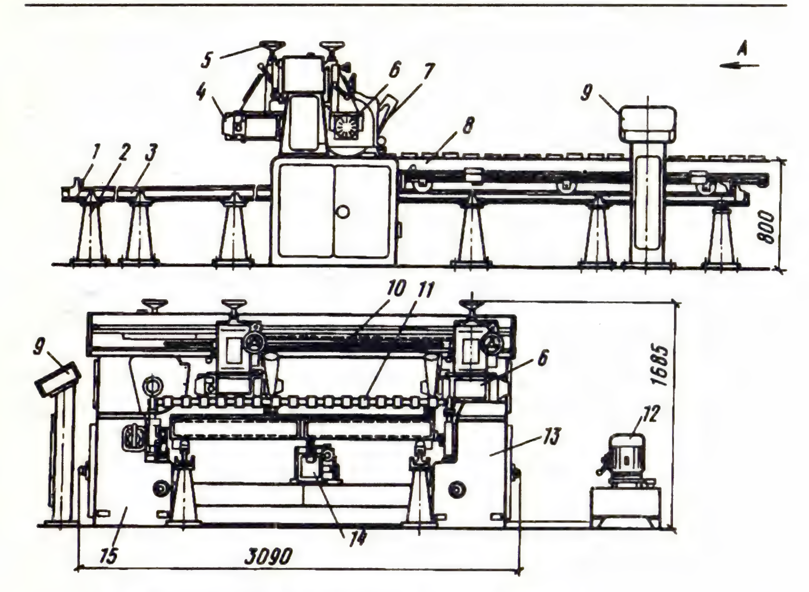
Форматно-обрезные станки служат для опиливания кромок щитов, древесных плит и фанеры. Концеравнительный станок (рис. 7.4) имеет две пилы, расстояние между которыми может меняться. В автоматизированных и поточных линиях такие станки расположены последовательно и работают автоматически, обрезая детали с четырех сторон. Материал подается на каретке с механизированным приводом. При массовом изготовлении панелей для чистовой торцовки брусков каркаса используют концеравнительный двухпильный проходной станок Ц2-К20. На нем можно обрабатывать детали длиной до 2000 мм, шириной до 200 мм при скорости подачи до 15 м/мин.

На форматных четырехсторонних станках материал опиливается с четырех сторон за один проход. Например, трехпильный форматный станок ЦТЗФ-1 (рис.7.5) работает следующим образом. Стол, на котором уложены предназначенные для обрезки детали, перемещается по направляющим и проходит мимо двух пил, выполняющих продольную обрезку. В заданном месте стол автоматически останавливается, включается суппорт поперечной пилы, перемещающейся по траверсе, и происходит поперечная обрезка материала. На станке обрабатывают материал длиной до 3500 мм, шириной до 1850 мм, толщиной до 50 мм.



7.4. Форматно-концеравнительный станок

1 — каретка; *2* — направляющие; *3* — ролики; *4* — раскраиваемый материал; *5* — пильные суппорты; *6* — поперечная направляющая



7.5. Трехпильный форматный станок ЦТЗФ-1

1 — аварийные упоры; *2* — стойки; *3* — направляющие; *4* — пильный шпиндель для поперечной резки; *5* — механизмы настройки пильных суппортов по высоте; *6* — пильный шпиндель для продольной резки; *7* — эксгаустерный приемник; *8* — стол; *9* — пульт управления; *10* — поперечная траверса; *11* — прижимные ролики; *12* — гидробак с насосом; *13* — колонна с гидроприводом суппорта поперечной резки; *14* — двигатель; *15* — колонка с гидропанелью

Ленточнопильные станки служат для прямолинейного и криволинейного распиливания пиломатериалов, плит, фанеры. Станки ЛС-40; ЛС-80-4 и ЛС-100 обеспечивают пропил высотой соответственно 200, 400 и 600 мм. У станков ЛС-40 и ЛС-80-4 ручная подача, у ЛС-100 — механизированная. Ленточнопильный станок ЛС-80-4 (рис. 7.6) имеет два шкива, движущие пильную ленту, поворотный стол и направляющие устройства. Стол может быть установлен под углом 45° к горизонтальной плоскости.

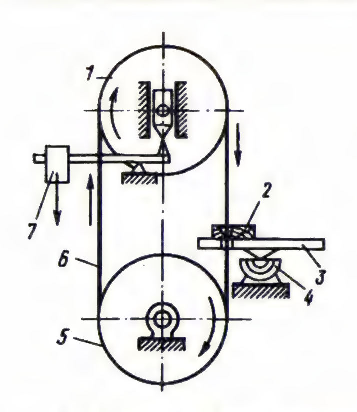
Продольно-фрезеровальные станки применяют для удаления неровностей древесины, обработанной пилением, для создания базовых поверхностей и доведения поперечного сечения деталей до заданных размеров. Станки подразделяются на фуговальные и рейсмусовые (табл. 7.1). Фуговальные станки предназначены для выравнивания одной или двух смежных

7.1. Станки для фрезерования поверхностей деревянных деталей

Станок	Ширина строгания, мм	Размеры заготовок, мм			Скорость подачи, м/мин	Частота вращения ножевого вала, мин⁻¹	Диаметр ножевого, вала, мм	Габариты станка (длина х х ширина х х высота), мм	Масса, т
		минимальная длина	максимальная длина	толщина					
				Фуговальные					
СФ4-1	400	400	400	10	–	5100	128	2564x1385x x1250	0,7
СФА-4 с механической подачей	400	300	400	–	8; 12; 16; 24	5100	128	2564x990x x1290	0,735
СФ64-1	630	400	630	От 10	–	5100	128	2564x1280x x1250	1,01
Двусторонний с механической подачей	400	400	400	10–100	6; 9; 12; 18	5100 (вала)	128 105	2564x878x x1350	0,86
С2Ф4-1						7000 (головки)			
				Рейсмусовые					
Односторонние:									
СР3-7	315	300	315	5–150	8–24	4570	125	1010x1020x x1275	1,1
СР6-9	630	400	630	5–200	8–24	4570	125	1100x1360x x1370	1,87

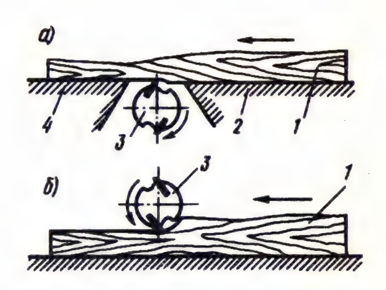
Продолжение

Станок	Ширина строгания, мм	Размеры заготовок, мм			Скорость подачи, м/мин	Частота вращения ножевого вала, мин$^{-1}$	Диаметр ножевого, вала, мм	Габариты станка (длина x x ширина x x высота), мм	Масса, т
		минимальная длина	максимальная длина	толщина					
СР8-1	800	450	800	10–200	8–24	4570	125	1250x2000x x1370	2,1
СР12-2	1250	450	1250	10–125	5–30	4100	160	1350x2695x x1540	3,3
Двусторонний С2Р8-2	800	450	800	10–160	4–25	4360	140	1615x2070x x1550	3,5
Односторонний с заточным приспособлением СР8	800	450	800	10–200	5–25	4360	145	1250x2050x x1560	2,1
Четырехсторонние									
С дополнительной калевочной головкой С25-2А	50–250	630	5–250	12–125	8–40	5000	140–160	4500x1320x x1550	5,3
С25-1А	50–250	630	50–250	12–125	8–40	5000	140–180	3650x1290x x1420	5,38
Универсальный С26-2	40–260	800	40–260	10–125	5,5–42	5000	180	2700x1400x x3295	3,7



7.6. Схема работы ленточнопильного станка ЛС-80-4

1 — верхний натяжной шкив; *2* — распиливаемая заготовка; *3* — стол; *4* — поворотный сегмент; *5* — нижний приводной шкив; *6* — пильная лента; *7* — противовес



7.7. Схемы фрезерования заготовок

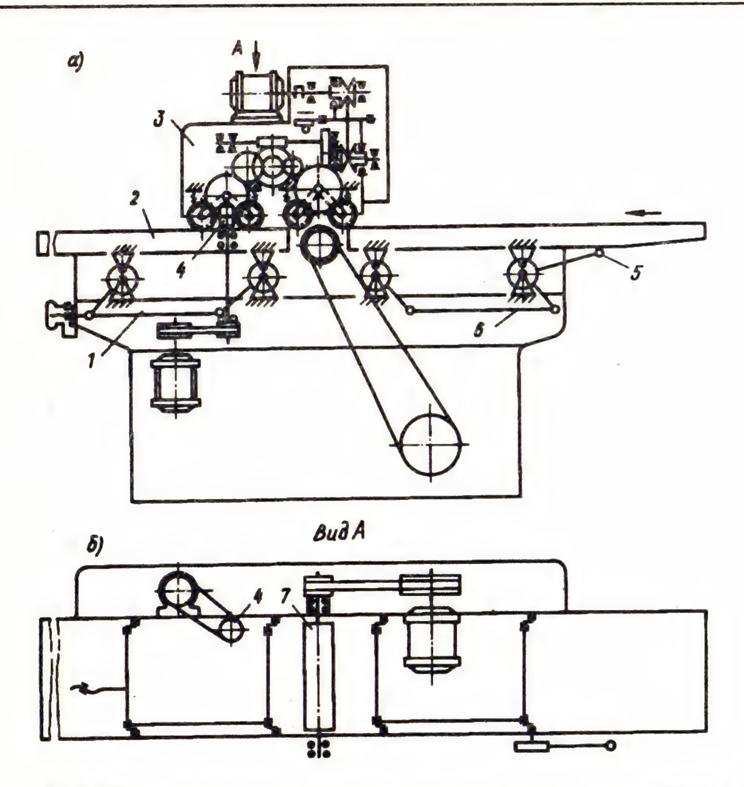
а — на фуговальном станке; *б* — на рейсмусовом станке; *1* — заготовка; *2* — передний стол; *3* — ножевой вал; *4* — задний стол

(обычно под углом 90°) граней с целью образования базовых поверхностей для дальнейшей обработки (рис. 7.7, *а*). Рейсмусовые станки позволяют обрабатывать заготовки в размер по толщине и ширине (рис. 7.7, *б*).

Обработку древесины при продольном фрезеровании проводят при помощи вращающихся ножевых (фрезерующих) головок и валов. Рабочим органом односторонних фуговальных станков служит ножевой вал, имеющий два или четыре плоских ножа. Вал располагается между двумя плоскими столами, один из которых может опускаться относительно режущих кромок ножей для снятия слоя древесины заданной толщины.

На двустороннем фуговальном станке С2Ф-4 (рис. 7.8) одновременно можно обрабатывать две смежные плоскости заготовки — пласть и кромку. Станок имеет горизонтальный ножевой вал и вертикальную ножевую головку. Материал на ножи подается роликовым механизмом. Станок позволяет обрабатывать детали шириной до 400 мм, толщиной 12—100 мм при максимальной толщине снимаемого слоя 6 мм.

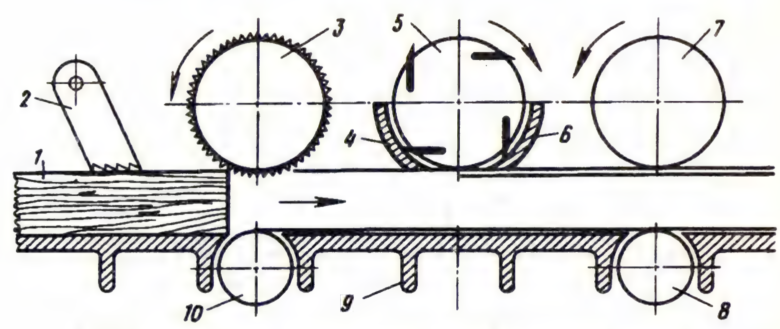
Рейсмусовые станки выпускаются односторонние и двусторонние. Односторонние станки (рис. 7.9) имеют один ножевой вал, находящийся над столом, по которому подается обрабаты-



7.8. Устройство двустороннего фуговального станка С2Ф-4 с роликовой подачей

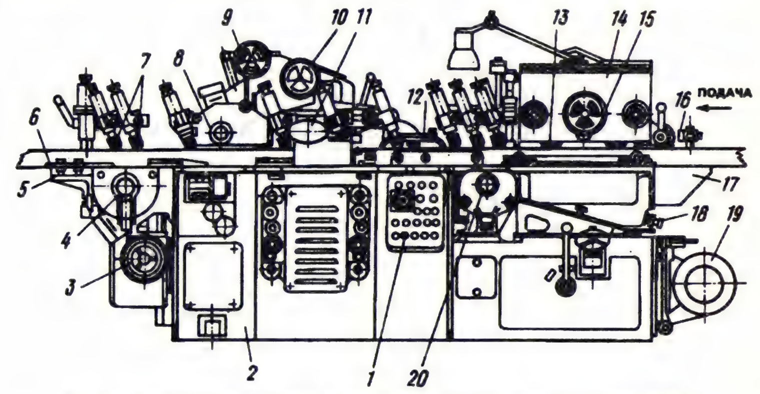
а — разрез; *б* — план без механизма подачи; *1* — механизм настройки заднего стола; *2* — задний стол; *3* — роликовый механизм подачи; *4* — кромкофуговальный шпиндель; *5*, *6* — рукоятка и механизм перемещения переднего стока по высоте; *7* — ножевой вал

ваемая деталь. Нижняя плоскость ее должна быть заранее обработана. Заданный размер заготовки устанавливается подъемом или опусканием стола. Двусторонние рейсмусовые станки имеют два ножевых вала, один из которых обрабатывает нижнюю плоскость заготовки, а другой — верхнюю. Двусторонние станки применяют редко, так как точность обработки на них меньше. На рейсмусовых станках обрабатывают детали шириной до 800 мм, толщиной до 200 мм. По специальному заказу изготовляют рейсмусовые станки с шириной обработки 1600 и 1800 мм.



7.9. Схема работы одностороннего рейсмусового станка

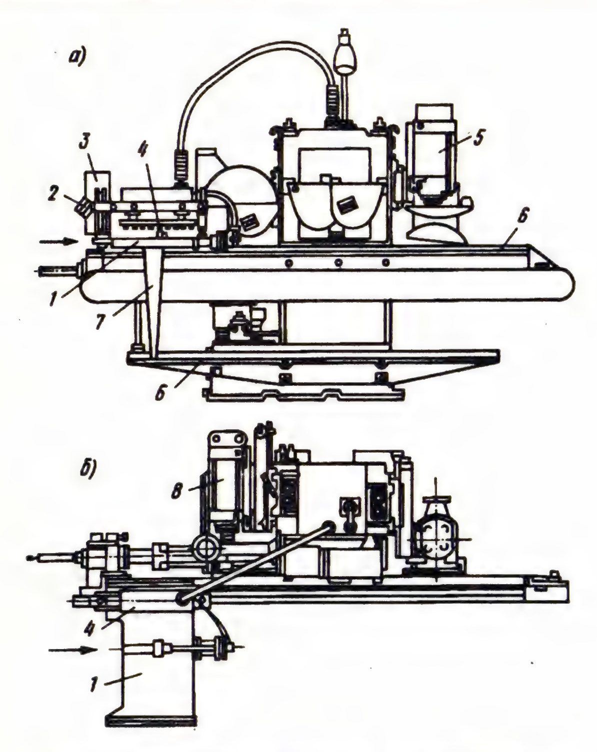
1 — заготовка; *2* — когтевая завеса; *3* — рифленый подающий валик; *4* — стружколоматель; *5* — ножевой вал; *6* — прижим; *7* — гладкий подающий валик; *8*, *10* — нижние валики; *9* — стол



7.10. Четырехсторонний фрезеровальный станок С16-5П

1 — пульт управления; *2* — станина; *3* — маховичок настройки универсального шпинделя; *4* — универсальный шпиндель; *5* — задний стол; *6* — направляющая линейка; *7* — прижимные ролики; *8* — верхний ножевой вал; *9*, *10* — маховички регулирования прижимных роликов; *11*, *12* — вертикальные шпиндели; *13* — подающие валики; *14* — суппорт механизма подачи; *15* — маховичок регулирования подающих валиков; *16* — рукоятка механизма подачи; *17* — передний стол; *18* — рукоятка подъема переднего стола; *19* — электродвигатель механизма подачи; *20* — нижний ножевой вал

В производстве деревянных конструкций для продольного фрезерования часто применяют четырехсторонние станки, позволяющие за один проход обрабатывать четыре стороны деревянной заготовки и получать детали в форме прямоугольного параллелепипеда. Рабочие органы станка С16-5П (рис. 7.10)



7.11. Односторонний шипорезный станок ШО15Г-5

а — боковой вид; *б* — план; *1* — каретка; *2, 3* — пульт управления; *4* — гидроприжим; *5* — электродвигатель верхней фрезы; *6* — направляющие каретки; *7* — кронштейн каретки; *8* — электродвигатель пилы

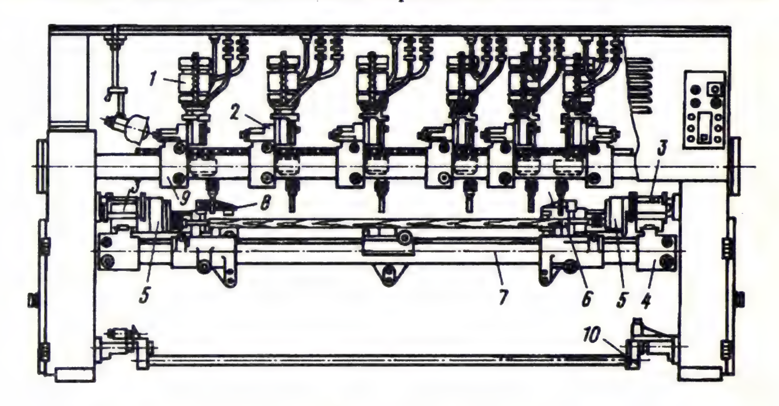
включают пять шпинделей: два горизонтальных, два вертикальных и один дополнительный, который может устанавливаться под углом к заготовке. Станок позволяет обрабатывать детали шириной 20—160 мм, толщиной 8—80 мм при минимальной длине заготовок 400 мм. Наиболее совершенна конструкция шестишпиндельного станка СФ16-1, на котором обрабатывают столярные заготовки, бруски каркаса панелей и др.

Станки для фрезерования шипов. Узлы соединения деталей деревянных конструкций выполняют на фрезерных или шипорезных станках, работающих самостоятельно или входящих в специализированные линии. Применяют односторонние рамные шипорезные станки с ручной или механизированной

подачей, на которых обрабатывают по одному концу заготовки, и двусторонние с механической подачей, на которых обрабатывают одновременно оба конца. Из односторонних станков наиболее распространен четырехшпиндельный шипорезный станок ШО15Г-5 (рис. 7.11). Для подачи заготовок станок имеет каретку с гидроприводом и прижимные устройства (боковое и верхнее). Механизм резания состоит из торцовочной пилы, диска для выборки проушин и двух зубчатых фрез. Соответственно имеются режущие головки (пильная и проушечная) и две фрезерные, установленные по ходу обработки.

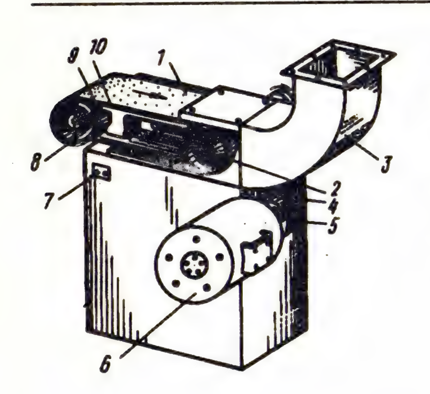
Сверлильные и долбежные станки служат для сверления отверстий и выборки пазов в заготовках строительных конструкций. Сверлильные станки бывают одношпиндельные и многошпиндельные (рис. 7.12) — для высверливания сучков, гнезд под винты и шурупы и т.п. Сверла подаются на обрабатываемую деталь с расчетным усилием, а по окончании автоматически отводятся в исходное положение. Для долбления, выполняемого на цепнодолбежных станках, применяют фрезерную цепочку, приводимую в движение звездочкой от электромоторов.

Станки для механической обработки пластмасс. Основные виды механической обработки пластмасс — зачистка



7.12. Многошпиндельный сверлильный станок

1 — вертикальный шпиндель; *2* — пневмоцилиндр механизма вертикальной подачи; *3* — суппорты горизонтальных шпинделей; *4* — пневмоцилиндр механизма горизонтальной подачи; *5* — горизонтальные шпиндели; *6* — боковой упор; *7* — стол; *8* — пневмоприжимное устройство; *9* — траверса вертикальных шпинделей; *10* — механизм подъема стола



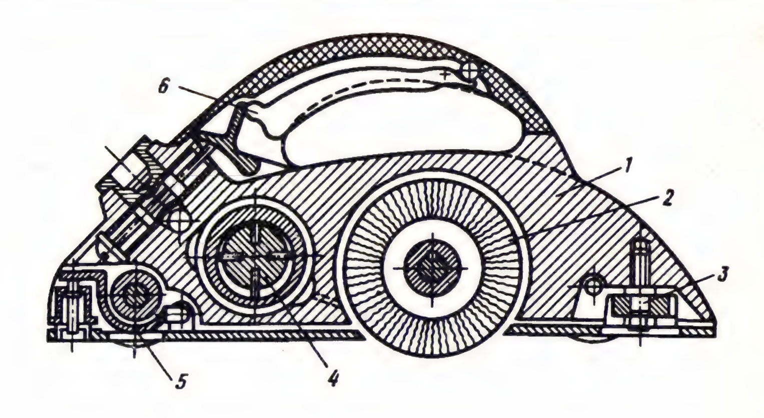
7.13. Шероховочный станок для обработки пластмассовых изделий

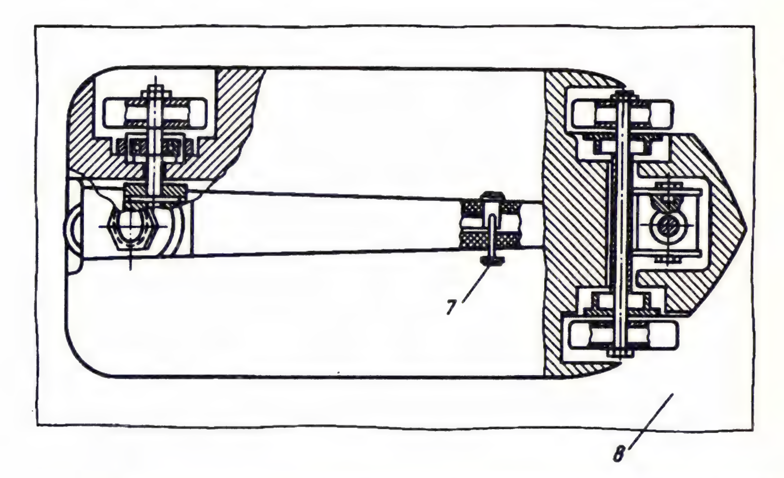
1 — абразивная лента; *2* — приводной барабан; *3* — вентиляционный отсос; *4* — клиновый ремень; *5* — станина; *6* — электродвигатель; *7* — кнопочный пускатель; *8* — винт регулирования натяжения ленты; *9* — натяжной барабан; *10* — стол

(для подготовки поверхностей к склеиванию, удалению заусенцев, литников), распиловка, фрезерование, сверление, вырубка, точение, нарезание резьбы. Для зачистки пластмасс используют универсальные зачистные станки со сменным набором различных абразивных инструментов — кругов, лент, щеток, работающих по принципу токарных или сверлильных станков.

Зачистку плоских поверхностей пластмассовых деталей выполняют на шероховочном станке (рис. 7.13) с абразивной лентой, натянутой на вращающиеся барабаны, между которыми расположена опорная плоскость. Образующуюся при зачистке пыль удаляют вентиляционным отсосом. В условиях крупносерийного производства целесообразно использовать автоматические и полуавтоматические устройства для зачистки кромок листовых деталей абразивными валиками или щетками. Например, полуавтоматическая машинка с пневмоприводом (рис. 7.14), снабженная металлическими щетками, служит для зачистки обшивок панелей. Машинка перемещается по поверхности листа посредством вращения ведущих роликов. Скорость передвижения регулируется тормозом, а интенсивность зачистки - регулировочным винтом.

Листовые пластмассы (слоистые пластики) раскраивают на круглопильных станках с ручной подачей. Для разрезки листов из термопластов ставят фрезы из углеродистой легированной стали. Листы слоистых пластиков разрезают на круглопильных станках фрезами из легированной и быстрорежущей стали. Ленточные станки используют для резания по криволинейному контуру листов толщиной более 25 мм, а также для разрезки круглых стержней и труб.

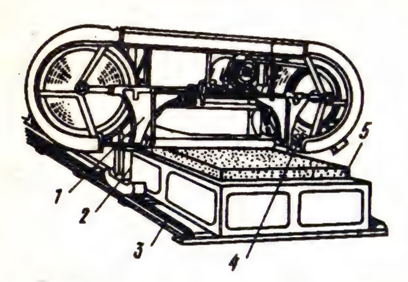




7.14. Пневматическая портативная машина для зачистки обшивок панелей

1 — корпус; *2* — металлическая щетка; *3* — регулировочный винт; *4* — пневматический двигатель; *5* — тормоз; *6* — пусковой рычаг; *7* — фиксатор; *8* — зачищаемая поверхность

Горизонтальные ленточные станки (рис. 7.15) применяют для резания плит и блоков пенопласта толщиной до 30 см и шириной до 120 см. В процессе резания ленточная пила толщиной 0,9 мм одновременно с поперечным движением перемещается продольно вместе с кареткой, затем автоматически быстро поднимается и подается обратно. Листы текстолита толщиной



7.15. Горизонтальный ленточный станок для резки блоков пенопласта

1 — каретка; *2* — стойка каретки; *3* — направляющие; *4* — пила; *5* — пенопласт

до 25 мм разрезают на шлифовальных станках абразивными дисковыми кругами. Для резки листов термопластичных и термореактивных пластмасс используют также фрезерные станки.

Специальный станок для разрезки слоистых пластиков может обрабатывать изделия размером 60x140 см при толщине 3—70 мм. В отличие от металлорежущих фрезерных станков фреза специального станка закреплена под столом. Имеется устройство для отсоса стружки и пыли. Пластмассы сверлят на быстроходных вертикально-сверлильных станках, предназначенных для обработки металлов. В условиях крупносерийного массового производства применяют специальные многошпиндельные станки.

Ручные электрические и пневматические машины. Дисковые электропилы (табл. 7.2) служат для продольного и поперечного раскроя досок, щитов и планок, а также для пригонки деталей при монтаже клееных деревянных конструкций. При диаметре диска 160—200 мм высота пропила достигает 45—66 мм. Мощность электродвигателя 0,6—1,15 кВт, масса инструмента до 10,5 кг. Ленточную электропилу используют для вырезания отверстий в заготовках или опиливания деталей по криволинейному контуру.

Ручная маятниковая электропила с динамическиуравновешенным механизмом возвратно-поступательного движения предназначена для распиловки досок, фанеры, плит и листовых пластмасс. Пильное полотно шарнирно закрепляется на штоке механизма возвратно-поступательного движения. Резание происходит при движении полотна к редуктору. Скорость резания 0,85 м/с, толщина разрезаемых материалов 20—60 мм.

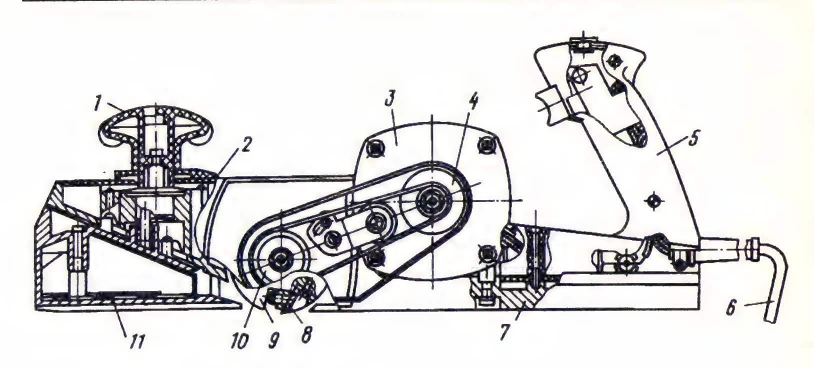
Рубанки ручные ИЭ-5701А, ИЭ-5708 предназначены для выравнивания поверхности деревянных изделий и конструкций, для технологических операций при устройстве опалубки полов, доводки столярных изделий. Электрорубанок ИЭ-5708 (рис. 7.16)

7.2. Ручные электрические машины для обработки древесины и сборки конструкций

Оборудование	Параметры режущего инструмента и обрабатываемого материала, мм		Частота вращения, $мин^{-1}$	Род тока	Напряжение, В	Мощность, Вт	Масса, кг
	диаметр пильного диска	глубина пропила					
Пилы дисковые:							
ИЭ-5106	160	45	Под нагрузкой 2900	Переменный однофазный	220	600	5
ИЭ-5107	200	66	2900	То же	220	1150	6,8
Рубанки:							
ИЭ-5701А	Ширина фрезерования 75	Глубина фрезерования 2	Барабана 9480	”	220	600	6
ИЭ-5708	100	До 3	9000	Переменный трехфазный	220	1150	8
Машина распиловочная ИЭ-6902	200	60	2400	Переменный однофазный	220	900	17
Машина деревообрабатывающая ИЭ-6909	200	45	4500	То же	220	900	48
Машины сверлильные:							
ИЭ-1003Б	Диаметр сверла 6	–	Патрона 3000	”	220	270	1,56

Продолжение

Оборудование	Параметры режущего инструмента и обрабатываемого материала, мм		Частота вращения, мин$^{-1}$	Род тока	Напряжение, В	Мощность, Вт	Масса, кг
	диаметр пильного диска	глубина пропила					
ИЭ-1025А	6	–	1230	Переменный трехфазный	36	210	1,6
ИЭ-1023	23	–	250	То же	220	600	6,5
ИЭ-1029	2525	–	3800	–"–	36	1070	6,7
Долбежники:							
ИЭ-5601А	Размеры выбираемых пазов, мм: 8х40х100; 12х60х160; 16х160х160; 20х60х160	–	Скорость подачи 0,5 м/мин	Переменный трехфазный	220	1070	14,6
ИЭ-5607	То же	–	–	Переменный трехфазный	220	1050	14,5
Гайковерт ИЭ-3115А	Диаметр завинчивания резьбы 12–30 мм	–	Частота ударов 120 Гц	То же однофазный	220	420	5,1
Шуруповерт ИЭ-3602	6	–	1020	То же	220	420	2,3



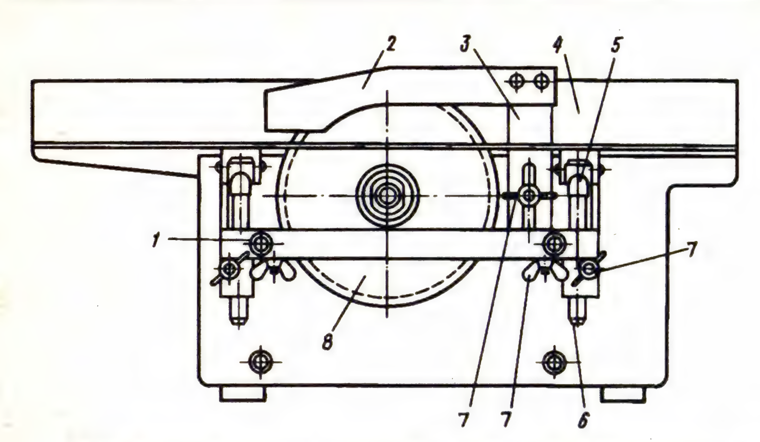
7.16. Ручной рубанок ИЭ-5708

1 — ручка; *2* — корпус; *3* — электродвигатель; *4*, *10* — шкивы; *5* — основная рукоятка; *6* — токоподводящий кабель; *7* — задняя неподвижная лыжа; *8* — ножи; *9* — фреза; *11* — передняя подвижная лыжа

состоит из электродвигателя, корпуса, плоскоременной передачи со шкивами, фрезы с плоскими ножами, механизма регулирования глубины фрезерования. Включают рубанок через двухполосный выключатель, установленный в основной рукоятке. Рубанки позволяют фрезеровать за один проход поверхность шириной 75—100 мм при глубине фрезерования 2—3 мм, потребляют мощность 0,6—1,15 кВт, имеют массу 6—8 кг. Окружная скорость вращения двухножевого вала 31—32 м/с. Конструкция рубанков предусматривает установку дополнительного ограждения для работы в стационарном положении.

Переносные машины деревообрабатывающие предназначены для распиловки, строгания, сверления и фугования древесины. Машина ИЭ-6009 (рис. 7.17) состоит из электродвигателя, фуговального механизма, приспособления для пиления и фрезерования, защитного приспособления и стола для сверления и фрезерования. Приспособление для пиления включает пильный диск, прямую и угловую плиты, кронштейн и направляющие. Сверлильные и фрезеровальные работы на машине выполняют с помощью сверла или фрезы, устанавливаемых в патроне на валу ножевого барабана. На машине можно фрезеровать поверхности шириной до 200 мм, делать пропилы глубиной до 45 мм с наклоном до 45°, сверлить отверстия диаметром до 12—15 мм. Габариты машины 630х400х230 мм, масса 48 кг.

Сверлильные ручные машины предназначены для сверления отверстий в черных и цветных металлах, дереве, пластмас-



7.17. Малогабаритная переносная деревообрабатывающая машина ИЭ-6909

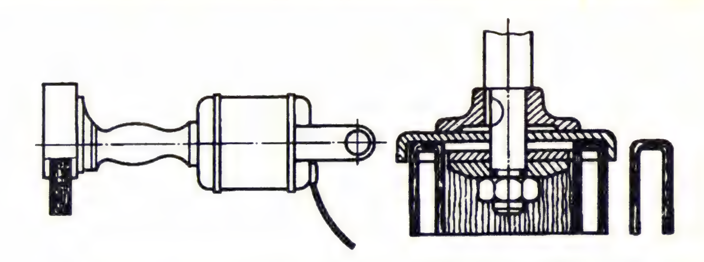
1 — направляющие; *2* — козырек; *3* — кронштейн; *4* — направляющая линейка; *5* — подъемный механизм; *6* — направляющий стержень; *7* — закрепляющие винты; *8* — пильный диск

сах, асбестоцементе. По роду двигателя эти машины делятся на электрические и пневматические. Электрические сверлильные ручные машины ИЭ-1019А, ИЭ-1003Б, ИЭ-1023, ИЭ-1026 и др. применяют для сверления отверстий в металлах, древесине, пластмассах диаметром 6—25 мм при глубине сверления с направляющими 1000 мм, без них 350 мм. Мощность мотора 0,27—1,07 кВт, масса машин 1,6—6,7 кг.

Пневматические сверлильные машины применяют для сверления, зенкования, развертывания отверстий в металлических деревянных и пластмассовых деталях. Ручная пневматическая машина ИП-1016А может сверлить отверстия диаметром до 32 мм; при массе 8,3 кг она имеет мощность 1,84 кВт.

Электродолбежники ИЭ-5601А; ИЭ-5607 служат для выборки в деревянных деталях и узлах различных прямоугольных отверстий (максимум 20х60 мм), сквозных и глухих пазов, гнезд и т.п. глубиной до 160 мм. Они снабжены зубчатой цепью, обеспечивающей продвижение в древесину со скоростью 0,5 м/мин; мощность электромотора 1,05—1,07 кВт, масса машин 14,5 кг.

Гайковерт ИЭ-3115А служит для завинчивания болтовых соединений, винтовой запрессовки клееных пакетов, механической сборки конструкций. Эта машина ударного действия с частотой ударов 120 Гц, позволяющая завинчивать резьбу 12—30 мм.



7.18. Ручная электрическая машина со сменными щетками для зачистки поверхности обшивок панелей

Электрошуруповерт ИЭ-3602А предназначен для механизации процесса завинчивания шурупов, винтов и болтов диаметром до 6 мм при сборке различных строительных деталей и изделий. Его масса 2,5 кг, продолжительность завинчивания 3—5 с. Электрошлифовальной машиной ИЭ-2009 зачищают сварные швы и шлифуют поверхности деревянных и пластмассовых изделий. Диаметр шлифовального круга 125 мм, скорость вращения 30 м/с. Масса инструмента 6,4 кг.

Для сверления, зенкования, развертывания отверстий в металле, древесине, пластмассах рекомендуется ручная пневматическая машина ИП-10116-А. При массе 8,3 кг она имеет мощность 1,84 кВт и может сверлить отверстия диаметром до 32 мм.

Выравнивание шпаклеванной поверхности древесины, зачистку пластмасс и снятие окисных пленок с металлов выполняют универсальной пневматической машиной УПМ-1, рабочим органом которой является резиновый диск со слоем абразива, шлифовальные шайбы или проволочные торцевые щетки. Пневматическая машина ППМ-2 вместо вращающегося органа имеет две рабочие платформы, движущиеся возвратно-поступательно в разные стороны относительно друг друга. Такая кинематика устраняет реактивную отдачу на руки, обеспечивает более равномерную обработку поверхности. Для зачистки плоских поверхностей часто используют ручные электрические машины с круглыми щетками на валу (рис. 7.18). При зачистке вогнутых поверхностей используют ручную электродрель, на шпиндель которой насаживают сферический наконечник, обмотанный абразивной шкуркой. При зачистке стеклопластиков абразивная шкурка должна быть возможно более тонкой (мелкозернистой), чтобы не разрушить светловолокнистую основу пластика.

7.2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СКЛЕИВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Для изготовления деревянных клееных конструкций используют оборудование, приведенное в табл. 7.3.

Клеесмесители. Клеи приготовляют в механических клеесмесителях с бачками различной формы объемом 7—200 л. Для нейтральных клеев бачки делают из стали, оцинкованного железа или латуни, для кислых и щелочных клеев — только из нержавеющей стали. Кроме того, бачки футеруют полиэтиленом, фторопластом или покрывают внутреннюю поверхность эмалью. Бачки имеют водяную рубашку для регулирования температуры клеевой смеси.

Основным рабочим органом клеесмесителей является вал с лопастями, вращающийся электромотором через редуктор. Конструкция лопастей может быть различной: плоские пластины, приваренные к валу с одинаковым или различным наклоном плоскостей относительно оси вала; пропеллерные пластины, направленные в противоположные стороны или винтообразно приваренные к валу. Движение лопастей может быть планетарным или встречным, создающим вихревое движение клеевой смеси. Лопасти изготовляют из высокопрочных легированных сталей.

7.3. Основное оборудование для изготовления деревянных клееных конструкций

Технологические операции	Оборудование
Механическая обработка пиломатериалов и клееных элементов	
Поперечный раскрой	Станок торцовочный с нижним расположением пилы; станок торцовочный ЦПА-40 с прямолинейным расположением пилы; станок круглопильный Ц6-2 смешанной распиловки
Продольный раскрой	Станок круглопильный ЦА-2А с механической подачей; станок прирезной пятипильный ЦДК5-1; прирезной станок ЦДК4-2
Фрезерование заготовок	Станки продольно-фрезеровальные четырехсторонние С25-1 и С16Ф-1
Фрезерование клееных элементов	Станки рейсмусовые двусторонние С2Р12-2 и С2Р8-2 и односторонние СРВ-1 и СР12-3

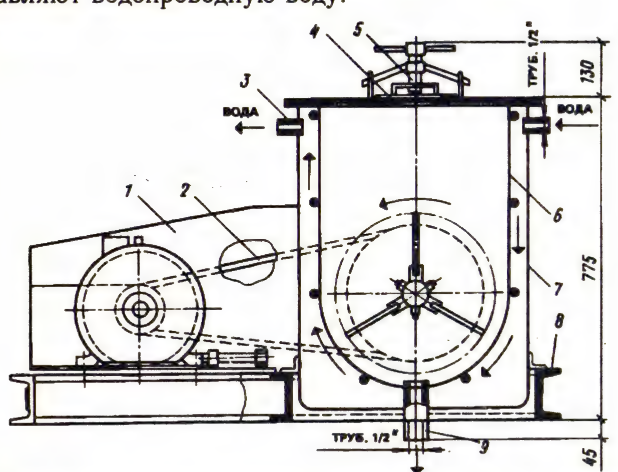
Продолжение

Технологические операции	Оборудование
	Склеивание заготовок по длине и ширине
Фрезерование зубчатых соединений	Станки шипорезные ШО15Г-5; ШПА-40; ШД10-3
Склеивание зубчатых соединений	Полуавтоматическая линия сращивания по длине КДК-13
Вырезка дефектов	Линия вырезки дефектов КДК-12
Склеивание заготовок по ширине	Линия сращивания по ширине КДК-17
	Склеивание фанеры по длине
Раскрой по формату	Станки форматно-обрезные ЦТЗФ-1 и ЦТФМ
Зарезка усового соединения	Усовочный станок УС
Склеивание листов	Станок для склейки фанеры УСПГ
Склеивание фанерных лент по длине	Линия для производства большеформатной фанеры Ярославского завода
	Приготовление и нанесение клеев
Приготовление клея	Клеесмеситель КМ-40-10
Нанесение клея контактным методом	Станок клеенамазывающий КВ-9 с дозирующими роликами
Нанесение клея методом налива	Клееналивная установка импортной поставки
	Сборка и запрессовка конструкций
Сборка панелей	Линия сборки панелей и плит КДК-15
Зачистка и проклеивание лент	Линия подготовки лент КДК-14
Запрессовка гнутоклееных элементов	Стенд для склеивания КДК10-05
Склеивание прямолинейных пакетов	Секционный пресс КДК-10
Запрессовка панелей	Пневматический пресс импортной поставки
Сборка и запрессовка клеефанерных панелей	Проходной гидравлический пресс с контактным нагревом
	Защита и отделка конструкций и их элементов
Антисептирование каркаса панелей	Ванна, сушильная камера, конвейер, изготовленные по заказу
Окраска панелей	Распылительные установки КА-1; КРУ-1; КР-10
Окраска несущих конструкций	Установки безвоздушного распыления "Радуга-II" и "Факел-3"

Обычная частота вращения лопастей 40—60 мин$^{-1}$, но для некоторых клеев может достигать 25—75 мин$^{-1}$. Нередко скорость вращения лопастей ограничивают для предотвращения вспенивания клея. Если нужно получить вспененный клей, например карбамидный, скорость вращения повышают.

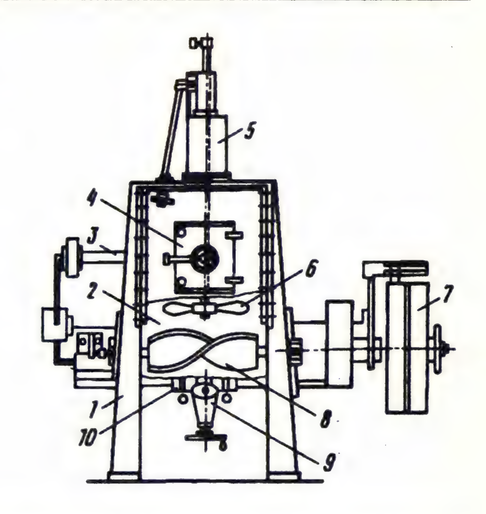
Существуют клеесмесители стационарные и передвижные (переносные). Конструкции стационарных клеесмесителей различают в зависимости от вида и вязкости клеев, содержания наполнителей, объема производства. При небольшом объеме работ для приготовления фенолформальдегидных, поливинилацетатных и других клеев вязкостью 300—2000 МПа · с используют клеесмесители объемом 15—25 л с односторонним движением лопаток.

Двух- и многокомпонентные клеи приготовляют в стационарных или передвижных смесителях вместимостью 300—500 л, располагаемых на полу цеха. Смеситель имеет вал с лопастями, перемешивающими смолу с введенными в нее компонентами. Лопастной вал снабжен устройством планетарного типа. Число оборотов вала при выпуске двухкомпонентных клеев 45—55 мин. Смеситель оборудован рубашкой, в которую направляют водопроводную воду.



7.19. Клеесмеситель вместимостью 150—165 л с горизонтальным расположением вала

1 — ограждение; *2* — ремень; *3* — патрубок воды; *4* — крышка; *5* — замок; *6* — корпус водяной рубашки; *7* — корпус бака; *8* — рама; *9* — выпускной патрубок



7.20. Стационарный смеситель для приготовления каучуковых клеев

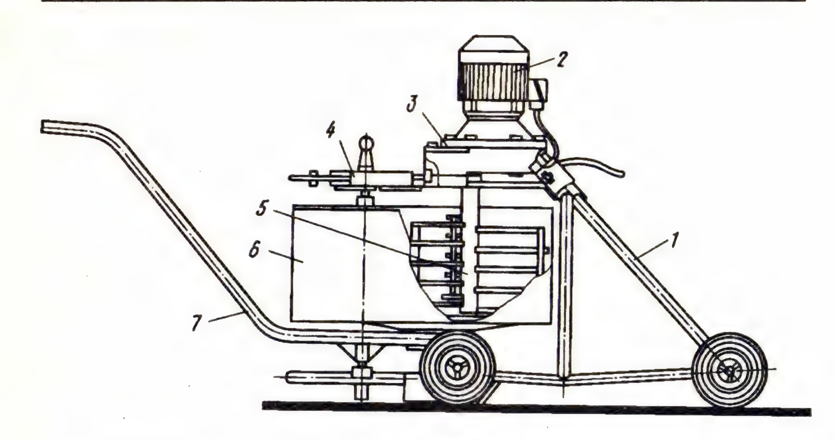
1 — станина; *2* — бачок; *3* — бензопровод; *4* — загрузочное отверстие; *5* — привод вертикального вала; *6* — пропеллерная лопасть; *7* — привод горизонтального вала; *8* — горизонтальная лопасть; *9* — нижний клапан; *10* — разгрузочный люк

Для приготовления фенолформальдегидных и карбамидных клеев с наполнителями используют смесители горизонтального типа (рис. 7.19). Компоненты загружают сверху через окно в крышке, которое герметически закрывается. Вал вращается от электромотора через ременную передачу со скоростью до 300 $мин^{-1}$. В холодное время в рубашку впускают горячую воду для разогрева смол, снижения их вязкости и облегчения перемешивания с наполнителями. Готовый клей выгружают через донный патрубок.

Для экономии ненаполненных клеев, т.е. снижения расхода полимера, при нанесении клея на поверхность прибегают к вспениванию. Это достигается применением многолопастной мешалки. Для устойчивости пены (не менее 8 ч) в клей вводят поверхностно-активные вещества.

Серийно выпускается смеситель КМ-40 объемом 35 л со скоростью вращения вала 40 $мин^{-1}$. Его масса 220 кг.

Для приготовления каучуковых клеев применяют стационарные клеесмесители с горизонтально расположенными лопастями цилиндрической формы с двумя или тремя крыльями (рис. 7.20). Эти лопасти, вращаясь со скоростью 25—40 об/мин, перемешивают более вязкую часть состава, т.е. каучук. Растворитель (бензин), находящийся сначала в верхней части бачка, взбалтывается дополнительной лопастью пропеллерного типа, установленной на вертикальном валу, вращающемся со



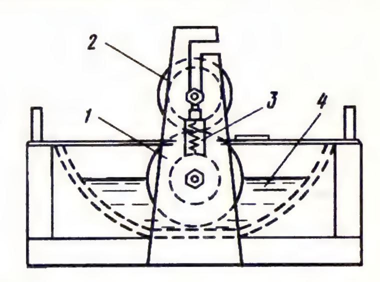
7.21. Передвижной смеситель СО-23Б с откидными лопастями
1 — трубчатая рама; *2* — электродвигатель; *3* — редуктор; *4* — откидная консоль; *5* — лопастной вал; *6* — бачок; *7* — тележка

скоростью 100—140 об/мин. Эта лопасть перемещается вертикально, занимая различное положение по высоте в зависимости от однородности клеевой смеси. Выгружают готовый клей через нижний клапан. Емкость смесителей подобного типа 125—2000 л. Чтобы было удобно выгружать клей, стационарные клеесмесители устанавливают на высоте 130—180 см от пола.

Передвижные (переносные) клеесмесители (рис. 7.21) применяют при сборочных или ремонтных работах. Бачок ставят на площадку или тележку и закрепляют на ней так, чтобы при установке консоли в рабочее положение вал с лопастями принял вертикальное положение, а ось вала проходила близко к оси симметрии бачка. В зависимости от состава клея и его вязкости перемешивание продолжается 10—40 мин. После перемешивания клей должен быть однородным по всему объему. Объем бачка 65 л.

Используют клеесмесители гравитационного действия, представляющие собой стальной цилиндр, к внутренней поверхности которого приварены изогнутые под различными углами пластинки. Ударяясь о них при падении, масса перемешивается и выходит из нижнего отверстия достаточно однородной.

Устройства для нанесения клея на поверхность деталей — это клеевые вальцы, распылители, шприцы, щетки, занавесные, экструзионные и промазные устройства. Простей-



7.22. Клеевые вальцы

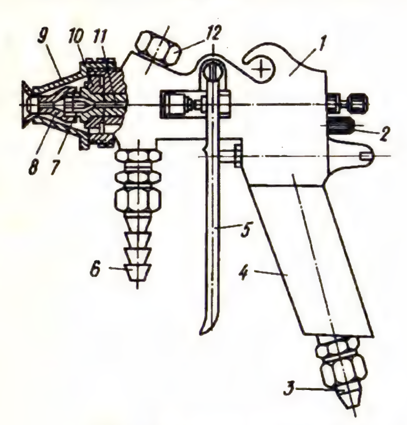
1 — металлический или резиновый валик; *2* — прижимной валик; *3* — пружина. удерживающая валик; *4* — клей

шие клеевые вальцы (рис. 7.22) состоят из бачка для клея и металлического или резинового валика. Клей наносят, прокатывая деталь по валику.

Для нанесения клея на листовые детали значительных размеров (фанерные обшивки, шпон) применяют механизированные вальцы. Различают вальцы для одностороннего и двустороннего нанесения клея. Вальцы КВ-2 для одностороннего нанесения клея имеют рабочую длину 1700 мм, диаметр клеенамазных валиков 300 мм, просвет между намазывающим и холостым валиком до 50 мм. Механизированные вальцы КВ-3 кроме рабочих валиков имеют вспомогательные дозирующие валики с принудительным вращением, которые обеспечивают двустороннее нанесение клея. Над вальцами установлены две вертикальные клеемешалки, снабженные рубашками для охлаждения или подогревания клея.

Клей можно наносить при помощи различных распылительных устройств. На небольшие и сложные по конфигурации поверхности клей наносят круглым факелом, а на большие ровные поверхности — широким плоским факелом. Круглый факел получают при помощи так называемой универсальной головки, плоский факел — при помощи щелевой головки. Существуют распылители с двумя головками, позволяющими легко изменять форму струи.

Для нанесения низковязких клеев — латексных, поливинилацетатных, полиэфирных на относительно небольшие поверхности применяют пистолет-распылитель (рис. 7.23). Клей распыляется воздухом, который проходит по трубке через ручку пистолета, соединенной штуцером с воздушным шлангом. Клей подается по другому шлангу через специальный штуцер из бачка под давлением 0,3—0,4 МПа. Распылитель снабжен двумя сменными головками со щелевым и круглым входными отверстиями.



7.23. Пистолет-распылитель

1 — корпус; *2* — регулятор; *3* — штуцер для воздушного шланга; *4* — ручка; *5* — крючок; *6* — штуцер для клеевого шланга; *7* — клеепровод; *8* — сопло; *9* — головка; *10* — штуцер сопла; *11* — игла; *12* — заглушка

7.24. Распылительная установка для клеев средней вязкости

1 — форсунка; *2* — компрессор; *3* — бачок; *4* — трубка

Для нанесения клеев повышенной вязкости распылители снабжают специальными нагревателями, благодаря которым удается снизить вязкость клея, проходящего через аппарат, и улучшить условия распыления. Клеи средней вязкости, содержащие небольшое количество наполнителей, наносят распылителем-удочкой с особым устройством форсунки (рис. 7.24). По трубке, соединенной с бачками, клей поступает во внутренний канал воздушного сопла, где распыляется струей. Во избежание воздушных пробок бачки для клея имеют форму воронок.

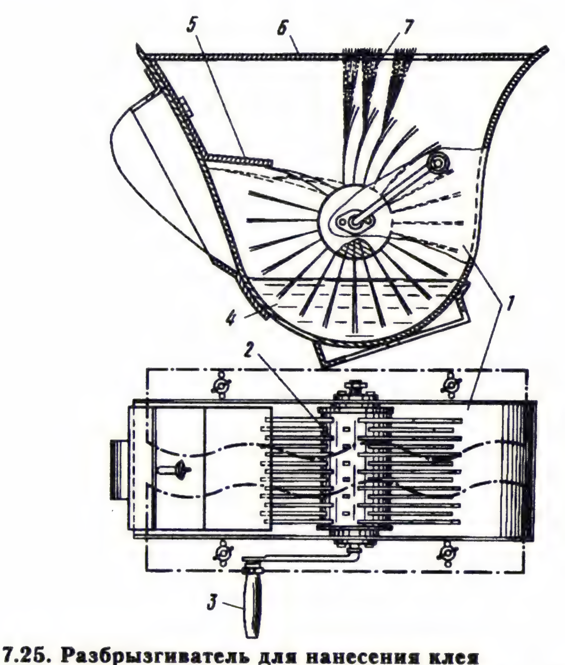
Щеточные клеенаносители применяют для промазывания различных фасонных профилей, например шпунтованных досок шиповых соединений. Для горячих клеев щетки делают из конского волоса, а для холодных — из растительного или капронового волокна. Часто щеточные клеенаносители комбинируют с клеевыми вальцами, что позволяет промазывать одним и тем же устройством гладкие и фасонные детали. Для нанесения клеев средней вязкости могут быть использованы разбрызгиватели (рис. 7.25).

При вращении барабана радиально расположенные пластинки захватывают клей и разбрызгивают его на поверхности склеиваемой детали. Для равномерного покрытия клей наносят

через окно, в пределах которого толщина наносимого слоя более или менее постоянна.

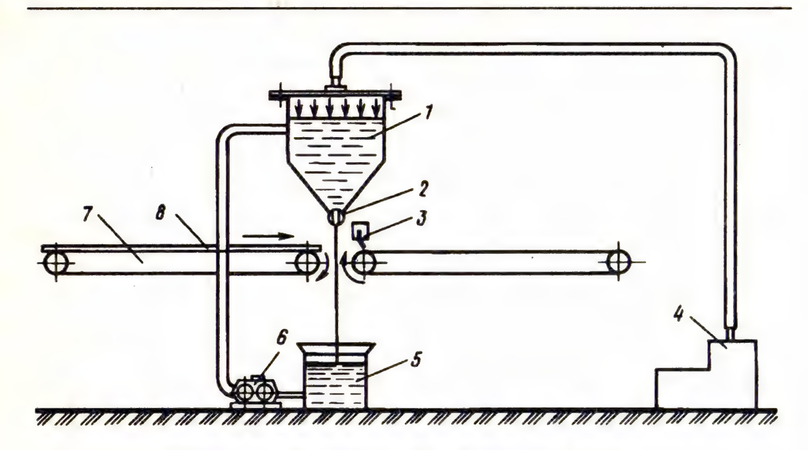
Для нанесения клеев высокой вязкости используют занавесные установки (рис. 7.26). Установка представляет собой вибрирующий бункер, через щель которого клей в виде сплошной пленки непрерывно выливается (под действием собственного веса или при дополнительном давлении от компрессора) на поверхность листовой детали, движущейся по конвейеру с определенной скоростью, и разравнивается виброножом. Толщину клеевого слоя регулируют, изменяя ширину щели бункера, скорость движения конвейера и зазор между изделием и виброножом. Излишки клея поступают в приемную ванну, откуда насосом перекачиваются в бункер. Такие установки используют для нанесения каучуковых и эпоксидных клеев.

Для нанесения клея методом экструзии (выдавливания) применяют устройства, состоящие из цилиндров с поршнями,



7.25. Разбрызгиватель для нанесения клея

1 — резервуар для клея; *2* — барабан; *3* — ручка; *4* - клей; *5* — упор; *6* — поверхность склеиваемой детали; *7* — окно



7.26. Занавесная установка для нанесения клея
1 — бункер; *2* — щель; *3* — виброном; *4* — компрессор; *5* — приемная ванна; *6* — насос; *7* — конвейер; *8* — обшивка

действующими от гидравлического, пневматического или механического привода, и насадок различной формы. Наибольший интерес представляют устройства, в которых клеевая композиция перемещается одновременно с выдавливанием. Простейшим устройством для выдавливания служат мягкие тюбики из фольги, полиэтилена или поливинилхлорида. Они могут быть с одним или двумя отсеками. В одном из них содержится олигомер (смола), а в другом — отвердитель. При выдавливании эти компоненты, проходя через общий канал, перешивают между собой.

При нанесении клея методом промазывания на покрываемый клеем лист устанавливают бункер со щелью шириной 10—15 мм, а затем протягивают лист под бункером. Толщину клеевого шва регулируют, изменяя усилие прижима листа к бункеру. Щель бункера может быть направлена как поперек, так и вдоль перемещения листа. Установив несколько бункеров, клеи наносят несколькими полосами, что необходимо, например, для крепления ребер каркаса, сотового заполнителя и других элементов панельных конструкций.

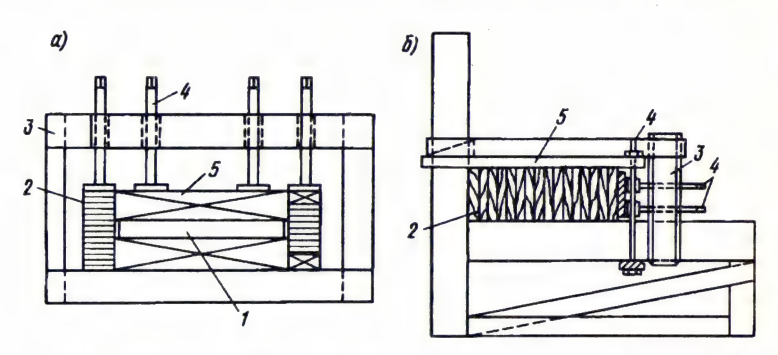
Запрессовочные устройства служат для плотного смыкания намазанных клеем поверхностей, что необходимо для доброкачественного склеивания. Применяют запрессовочные устройства механического, гидравлического или пневматичес-

кого действия. Для склеивания крупных изделий (балок, щитов и т.п.) используют винтовые прессы различных конструкций (рис. 7.27). Винтовой пресс представляет собой стальную раму, на верхней полке или боковой стойке которой установлены винты с квадратными головками и опорными шайбами. Винты завинчивают механическими гайковертами, отрегулированными на заданный крутящий момент, по величине которого косвенно судят о величине создаваемого давления. Это давление распределяется на площади склеивания через деревянные или металлические прокладки (цулаги).

К механическим запрессовочным устройствам относится валковый пресс (рис. 7.28), предназначенный для склеивания трехслойных панелей быстросхватывающимися (контактными) клеями. Давление создается одной или несколькими парами валков, иногда оборудованных системой нагревания. Просвет между валками (50—350 мм) регулируется вручную или с применением механической передачи. Панели размером 6000x1500x350 мм можно запрессовывать со скоростью 0,2—2 м/мин.

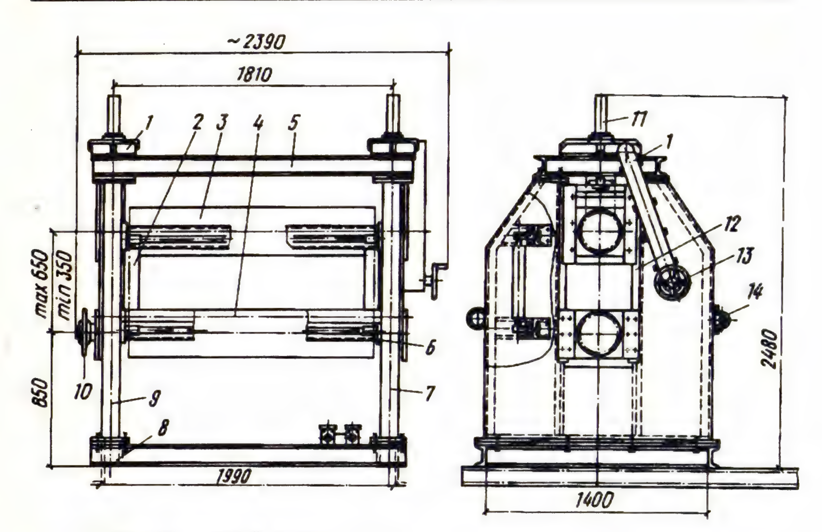
Многовалковые прессы можно использовать для сращивания коротких элементов в длинное (погонажное) изделие. Горизонтальное давление создается разностью скорости вращения подающих и выталкивающих валков.

Более совершенными устройствами для запрессовки являются гидравлические многоцилиндровые прессы, в которых



7.27. Винтовые прессы для склеивания крупногабаритных конструкций

а — горизонтальный; *б* — вертикальный; *1* — стенка балки; *2* — дощатый пакет (пояс); *3* — рама; *4* — винты; *5* — цулага

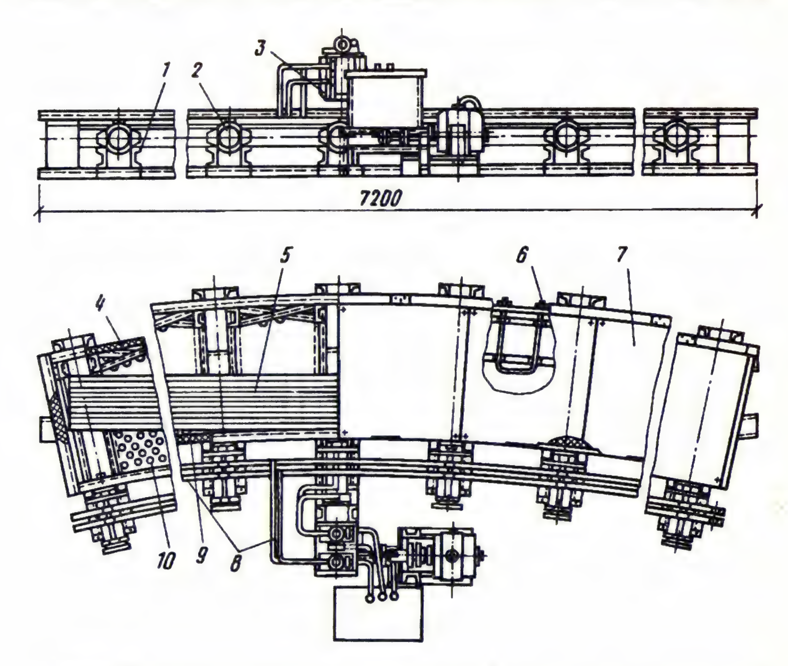


7.28. Валковый пресс

1 — прижимное устройство; *2* — стяжка; *3, 4* — нижний и верхний валки; *5* — траверса; *6* — привод нижнего вала; *7, 9* — стойки; *8* — основание; *10* — штурвал; *11* — червячная передача; *12* — направляющие; *13* — штурвал перемещения верхнего валка; *14* — загрузочные ролики

давление на склеиваемый пакет передается через поршни цилиндров, смонтированных с определенным шагом. Расположение цилиндров может быть вертикальное и горизонтальное. Последний вариант предусматривает изготовление криволинейных конструкций из досок (рис. 7.29). Вертикальные прессы бывают с верхним и нижним (рис. 7.30) расположением цилиндров. Прессы имеют металлические стойки, скрепленные снизу и сверху в раму. Стойки с одной стороны могут откидываться, что позволяет набирать пакет непосредственно в прессе. Для равномерной передачи давления от поршней на пакет укладывают распределительные прокладки (цулаги).

Для склеивания крупногабаритных панелей и щитов применяют однопросветные гидравлические прессы, имеющие для обогревания две стальные плиты, заключенные в раму пресса и смыкающиеся под действием вертикального гидроцилиндра. Иногда прессы оснащаются дополнительными цилиндрами для создания бокового давления, необходимого для проклеивания обрамления панелей. Такие прессы оборудуются специальными

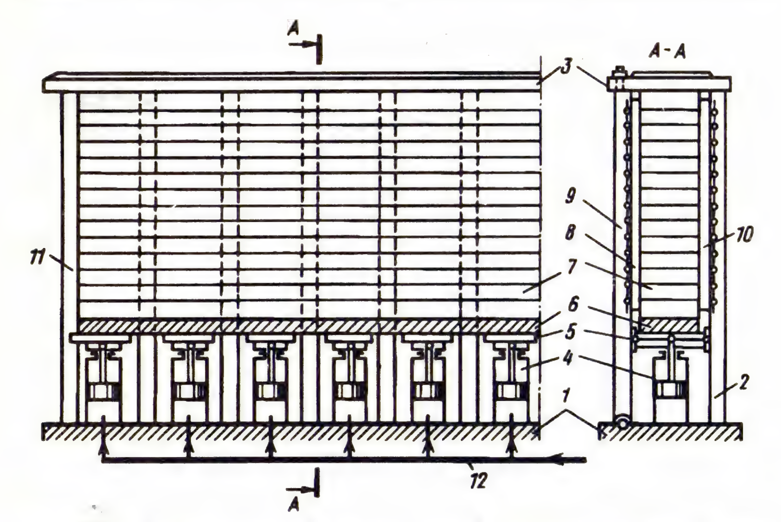


7.29. Гидравлический горизонтальный пресс для склеивания криволинейных элементов

1 — стальные опоры; *2* — гидроцилиндры; *3* — насосная станция; *4* — упоры; *5* — пакет досок; *6* — электронагреватели; *7* — крышка; *8* — трубопроводы; *9* — боковые стенки; *10* — перфорированный поддон

автоматическими столами для предварительной сборки панелей, что позволяет загружать пресс менее чем за 15 с.

Усовершенствованная конструкция однопросветного гидравлического пресса (рис. 7.31) предусматривает склеивание узлов рам из прямолинейных блоков, для чего имеются секции, разведенные под углом. Давление передается гидроцилиндром, расположенным на поворотной консольной траверсе. При склеивании конструкций на станину укладывают несколько пакетов. Затем поворачивают консольную траверсу в рабочее положение и закрепляют ее свободный конец на стойке с головкой при помощи стопорного винта, входящего в прорезь головки. Давление от гидроцилиндра передается на прижимную плиту, шарнирно соединенную с плунжером. На наружной поверхности плунжера нанесена резьба для стопорной гайки, при помощи которой

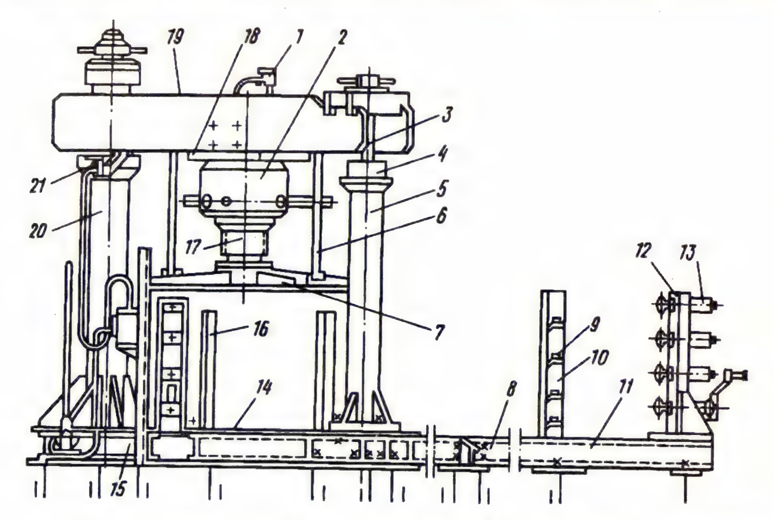


7.30. Гидравлический вертикальный многоцилиндровый пресс для склейки прямолинейных элементов

1 — основание пресса; *2* — неподвижная стойка; *3* — упорная балка; *4* — гидроцилиндр; *5* — опорная плитка; *6* — цулага; *7* — склеиваемый пакет досок; *8*, *10* — выравнивающий брус; *9* — откидная стойка; *11* — торцевая стенка пресса; *12* — гидропривод

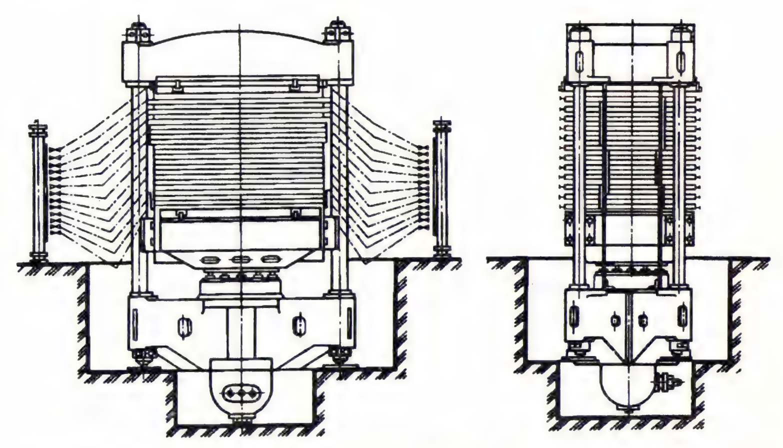
плунжер фиксируется в выдвинутом положении. Прижимная плита подвешена к траверсе на тягах, опирающихся на пружины, которые при отсутствии давления возвращают опорную плиту в верхнее положение.

Наиболее сложным устройством обладают многопросветные (многоэтажные) гидравлические прессы. Их применяют для склеивания плитных изделий — дверных полотен, перегородок, панелей, древесно-стружечных плит. Гидравлический многоэтажный пресс (рис. 7.32) имеет основание с цилиндром, в котором движется поршень, верхнюю опорную плиту, соединенную колоннами с основанием, и промежуточные плиты, обогреваемые паром, электричеством, горячей водой или маслом. Число промежуточных плит (этажей) может быть различно, чаще всего 10—15 шт. Давление создается при помощи насоса, подающего в цилиндр пресса воду или масло через так называемый аккумулятор давления, ускоряющий заполнение цилиндра рабочей жидкостью. Поршень цилиндра подымается и смыкает плиты с находящимися на них склеиваемыми изделиями.

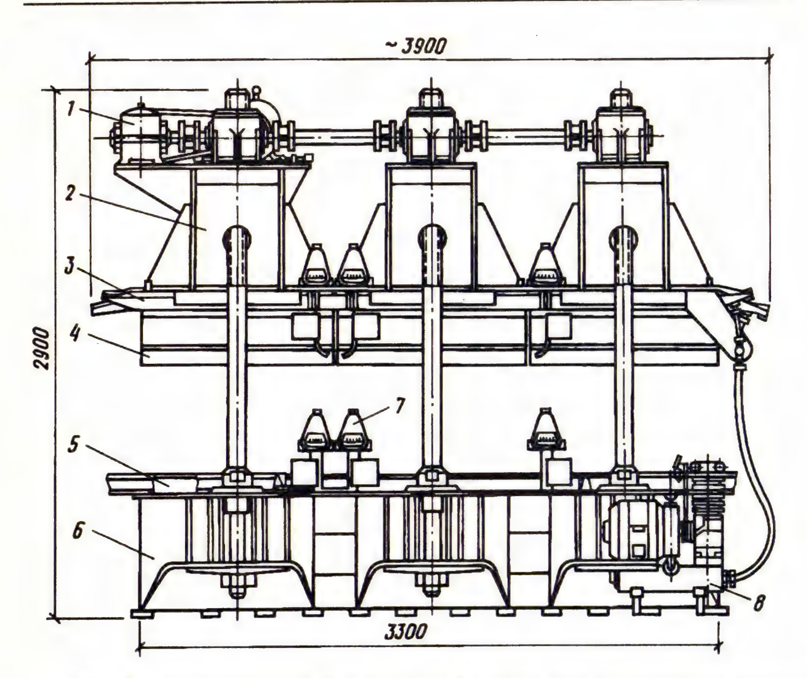


7.31. Гидравлический однопросветный пресс для склеивания дощатых конструкций

1 — обратный клапан; *2* — гидроцилиндр; *3* — стопорный винт; *4* — головка; *5*, *12* — стойка с головкой; *6* — тяги; *7* — прижимная плита; *8* — станина; *9* — опоры; *10* — стойки; *11* — концевые секции; *13* — винты; *14* — опорная плита; *15* — угловая секция; *16* — вертикальные швеллеры; *17* — плунжер; *18* — стопорная гайка; *19* — поворотная консольная траверса; *20* — колонна; *21* — вентиль



7.32. Гидравлический многоэтажный пресс с плитами, обогреваемыми паром



7.33. Пневматический шланговый пресс для склеивания панелей размером 3х3 м

1 — механизм перемещения верхней траверсы; *2* — верхняя траверса; *3* — пневмошланги; *4*, *5* — нагревательные плиты; *6* — нижняя траверса; *7* — контактные термометры; *8* — компрессор

Пневматические прессы бывают цилиндровые и шланговые. Цилиндровые прессы, используемые для склеивания длинномерных изделий, представляют собой систему вертикально расположенных воздушных цилиндров, штоки которых через рычаги соединены с плитой, прижимающей склеиваемый пакет к основанию пресса.

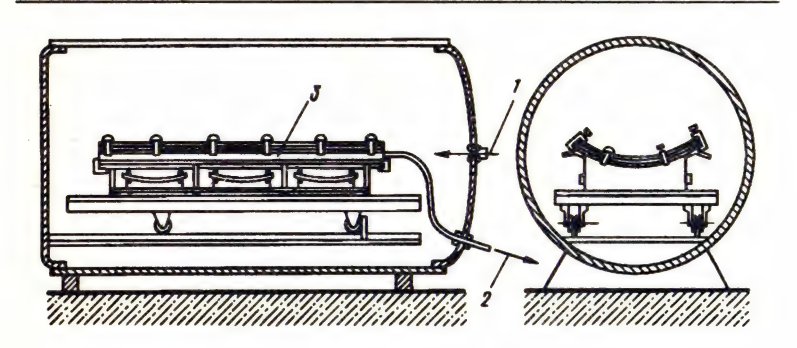
Шланговые прессы в качестве рабочего органа снабжены резинотканевыми рукавами или мешками, в которые нагнетается воздух от компрессора. Шланг располагается между жесткой плитой пресса и прокладкой (цулагой), укладываемой на пакет. При заполнении воздухом шланг, стремясь принять цилиндрическую форму, давит на прокладку. При этом обеспечивается равномерное по длине пакета и постоянное по времени давление благодаря автоматической работе компрессора.

Автоматическая фиксация заданной степени прессования достигается применением вайм с натяжными муфтами и самозажимающимися эксцентриками. Эти ваймы используют дополнительно к пневматической запрессовке, осуществляемой шланговыми прессами. После запрессовки пакета воздух из шланга выпускают, а сам пакет, сжатый автоматическими ваймами, укладывают в цехе или направляют в обогреваемую камеру. Благодаря этому значительно повышается производительность шланговых прессов, что очень важно, например, при холодном склеивании.

Пневматический шланговый пресс колонной конструкции (рис. 7.33) состоит из двух траверс, соединенных друг с другом тремя парами колонн. По колоннам перемещается верхняя траверса, обеспечивая требуемый просвет между нагревательными плитами. Пневмошланги, расположенные между верхней нагревательной плитой и подвижной траверсой, получают воздух от компрессора под давлением до 0,7 МПа, что позволяет создать удельное давление в прессе до 0,3 МПа. Нагревательные плиты пресса имеют размеры 3300х3300 мм, их максимальный просвет 600 мм. Температура нагревания 160°С.

В производстве клееных панелей криволинейного очертания применяют метод вакуумного прессования, заключающийся в том, что изделие, предварительно собранное на жестком основании, накрывают резиновым чехлом, который герметически соединен с краями основания. При откачивании воздуха вакуум-насосом чехол под влиянием атмосферного давления прижимается к поверхности склеиваемой детали и создает на поверхности детали давление 0,05—0,09 МПа. Если этого давления недостаточно, то дополнительно применяют вакуум-пневматическое прессование в автоклаве (рис. 7.34).

Нагревательные установки передают тепло клеевому шву по принципу контактного, конвекционного, лучевого, электрического и диэлектрического нагревания. Контактное нагревание используется при склеивании панелей с алюминиевыми или фанерными обшивками. Тепло передается через прессующую плиты. Конвекционный способ осуществляется при погружении запрессованных с неотвердевшим клеем изделий в горячие гидрофобные жидкости или нагреванием их воздухом в термокамерах, под брезентом и т.п. Погружение в горячие жидкости обычно совмещается с антисептической и антипиренной обработкой деревянных конструкций.



7.34. Схема вакуум-пневматического прессования в автоклаве
1 — подвод сжатого воздуха от компрессора; *2* — отсос воздуха вакуум-насосом; *3* — запрессовочное устройство

Ускорить склеивание пакета можно в пресс-камере простейшего типа. В этом устройстве теплоизолированные стенки совмещены с конструкциями вайм. Стенки пресс-камеры делаются откидными. Внутри камеры укладываются паровые трубы для нагревания и увлажнения воздуха. Последнее необходимо, чтобы избежать пересушивания древесины и не допустить опасных усушечных напряжений. Для лучевого нагревания используют лампы инфракрасного излучения, рефлекторы, трубчатые нагреватели. Электрический способ заключается в пропускании электротока через клеевой шов, наполненный электропроводными материалами (графитом, сажей, металлическим порошком).

В установках диэлектрического способа нагревания (поле высокой частоты) клеевые швы изделия, помещенные между металлическими пластинами, представляют собой конденсатор с неоднородным изолятором, в котором благодаря некоторой проводимости клея генерируется тепло. Переменное электрическое поле высокой частоты создается генератором.

Глава 8. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ

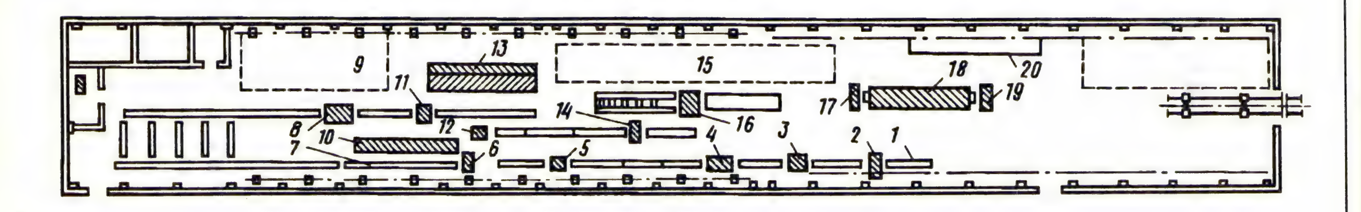
8.1. ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ДОСОК, ФАНЕРЫ И ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ

Клееные дощатые конструкции изготовляют в специально оборудованных цехах (рис. 8.1), состоящих из нескольких отделений или участков. Сначала высушенные пиломатериалы поступают на участок торцовки, где из досок вырезают дефектные места и недопустимые пороки древесины. Торцовку выполняют на станках поперечной распиловки ЦПА-40; Ц-6-2 и др. Затем проводят продольную распиловку, после которой пласти досок фрезеруют для дополнительного выявления пороков древесины.

Следующая операция — фрезерование шипов, выполняемая на шипорезных или фрезерных станках, работающих самостоятельно или входящих в поточные линии. Рабочим органом станков являются специально изготовленные фрезы (рис. 8.2, *а*). Группировка фрез на шпинделе зависит от направления зубчатых шипов относительно пласти заготовок. Шипы можно нарезать параллельно пласти (рис. 8.2, *б*) или поперек пласти (рис. 8.2, *в*). В последнем случае прочность зубчатого стыка увеличивается.

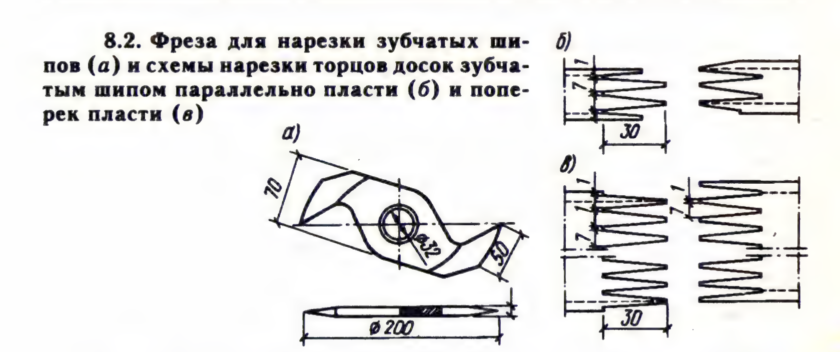
Для вырезки зубчатых шипов рекомендуются многошпиндельные станки Ш015Г-5 и Ш010-4 (рамные односторонние), ШД-10-3 (рамный двусторонний), ШПА-40 (шипорезный для прямого шипа).

После нарезки зубчатых шипов заготовки стыкуют для получения длинных досок (лент), которые затем разрезают на заготовки необходимой длины при помощи торцовочного станка и собирают в пакет. Доски, образующие ленту, стыкуют в торцевом прессе при давлении 1,5—10 МПа, зависящем от формы и размеров шипового соединения. На период отверждения клея ленты должны находиться в неподвижном состоянии несколько часов. Однако в некоторых случаях благодаря самозаклиниванию зубчатых соединений достаточно приложить кратковременное (2—3 с) давление и затем фрезеровать ленты. Если заготовки стыкуют при нагревании, время выдержки стыка под давлением составляет 1—2 мин.



8.1. Планировка цеха клееных дощатых конструкций мощностью 3 тыс.м³ конструкций в год

1 — тележка для пиломатериалов; *2*, *6*, *14*, *17*, *19* — торцовочные станки; *3* — круглопильный станок; *4*, *8*, *16* — рейсмусовые станки; *5*, *12* — шипорезные станки; *7* — рольганг; *9* — камера ускоренного отверждения кля; *10* — установка продольного стыкования досок; *11* — клеевые вальцы; *13* — гидравлический пресс; *15* — площадка выдержки запрессованных пакетов; *18* — станок для продольной распиловки клееных блоков; *20* — испытательный стенд



8.2. Фреза для нарезки зубчатых шипов (*а*) и схемы нарезки торцов досок зубчатым шипом параллельно пласти (*б*) и поперек пласти (*в*)

Кроме устройств, соединяющих доски на зубчатый шип в неподвижном положении, применяют установки непрерывного действия, в которых склеивание происходит в движении. В них давление, необходимое для запрессовки соединений, создается усилием подачи на входе и сопротивлением трения на выходе. Производительность таких установок 4—6 соединений в минуту.

После необходимой для отверждения клея выдержки стыкованные доски подают на обработку к рейсмусовому станку. Фрезерование проводится с двух сторон. Точность обработки должна обеспечивать шероховатость поверхности в пределах 1—2 класса (максимальная высота неровностей 100—300 мкм). Доски обрабатывают в порядке, обратном укладке слоев в пакет, чтобы удобнее было наносить клей и быстрее загружать пресс.

Клей на поверхность досок наносят механизированными клеевыми вальцами с одной или двух сторон ровным слоем с расходом 0,2—0,6 кг/м^2 (в зависимости от вязкости клея и пористости древесины). Толщину клеевого шва и, соответственно, расход клея следует ограничивать нормами, установленными опытным путем. Неконтролируемое увеличение толщины клеевого шва вызывает внутренние напряжения, снижающие прочность соединений.

Практически толщина клеевого шва колеблется от 0,1 до 0,8 мм, в то время как максимальная прочность обеспечивается при толщине клеевой прослойки 0,1—0,2 мм. Чем толще слой клея, тем большее усилие запрессовки требуется для равномерного распределения клея в шве. Запрессовку проводят возможно быстрее, так как жизнеспособность клеев ограничена. Поэтому лучше загружать в пресс сразу целый пакет.

Винтовой способ запрессовки в горизонтальных и вертикальных ваймовых прессах применяют при склеивании прямолинейных и криволинейных (гнутых) блоков и элементов прямоугольного сечения. В горизонтальных ваймовых прессах доски с нанесенным на них клеем укладывают ребром на выверенные по горизонтали брусья и затем весь пакет прижимают винтовыми стяжками к укрепленным в полу стойкам, расставленным по прямой линии или по кривой заданного очертания. Кривизна задается с поправкой на последующее распрямление клеевых блоков, освобожденных от стяжек. Наименьший радиус зависит от толщины досок и обычно не превышает 10 м. Запрессовку начинают от середины пакета; для ее ускорения используют электрические гайковерты, оттарированные на заданный крутящий момент. Скорость гнутья 4—6°/мин. Удельное давление запрессовки 0,5—0,6 МПа.

После запрессовки удельное давление перераспределяется (снижается) вследствие пластических деформаций древесины, выдавливания или впитывания клея в доски; поэтому винты периодически подтягивают. Время выдержки пакета в прессе в зависимости от температуры воздуха в цехе составляет 6—24 ч. При склеивании с нагреванием время выдержки сокращается до 3—4,5 ч. Чтобы повысить производительность установок, в одном горизонтальном ваймовом прессе можно запрессовывать несколько пакетов, расположенных один над другим и разделенных прокладками.

В вертикальных ваймовых прессах доски укладывают плашмя на прямолинейные или криволинейные цулаги и стягивают пакет винтами. Для увеличения производительности вертикальные ваймовые прессы делают двухсекционными, запрессовывая одновременно два рядом расположенных пакета. В подвижном ваймовом вертикальном прессе (пресс-вагонетке) запрессовывают несколько прямолинейных пакетов и затем подают в камеру, где пакеты нагреваются для ускорения склеивания. Температура нагревания 50—90°С. При нагревании до 80—90°С влажность воздуха должна быть 74—78%, что обеспечивает влажность древесины 10%.

Запрессованные в вертикальных гидравлических прессах пакеты выдерживают до полного отверждения клея либо пакет, зафиксированный в зажимах под заданным давлением, извлекают из пресса и ставят на площадку для выдержки и отверждения клея при температуре цеха или при конвективном нагревании.

В последнем случае производительность гидравлического пресса значительно больше.

После выдержки в прессе клееные элементы поступают на обработку, которая заключается в отторцовке изделий по шаблону, фрезеровании боковых поверхностей, фрезеровании выемок, сверлении отверстий, а также в защите от увлажнения, загнивания и возгорания. Перед обработкой элементы выдерживают в цехе 1—2 сут для достижения достаточной прочности клеевого шва. Перемещать изделия по цеху или в другой цех можно также при условии достаточного отверждения клея. Для перемещения используют тельферы или тележки. Клееные изделия обрабатывают на столах длиной 10—15 м или на специальных стапелях. При обработке следует обращать внимание на монтажные гвозди в изделиях, чтобы не повредить рабочие части инструментов. Затвердевшие потеки клея, попадая на режущие части, быстро затупляют их, поэтому рекомендуется применять ножи из высокопрочной стали.

При сверлении отверстий пользуются шаблоном с отверстиями, расположенными соответственно разметке металлических накладок, шайб и т.п. Шаблон представляет собой деревянную или фанерную плиту, в отверстия которой вставлены металлические втулки с пружинными бойками. Ударяя по шляпке бойка молотком, размечают центры отверстий в клееном изделии. Опиливая стороны длинных изделий, особенно при косых резах, циркульную пилу перемещают по специальному рельсу. Криволинейные пропилы делают ленточными пилами.

Перед отправкой потребителю клееные изделия защищают от увлажнения и механических повреждений, возможных при перевозке и монтаже. Для защиты используют олифу, масляные и синтетические краски с различными наполнителями. Если необходимо сохранить натуральный цвет и текстуру древесины, клееные блоки покрывают прозрачными лаками — полиуретановым, полиэфирным. Торцы конструкций обмазывают водостойкими пастами на основе жидкого тиокола, каучуковых латексов или кремнийорганических эластомеров. При перевозке такие конструкции обертывают в прочную бумагу или полиэтиленовую пленку.

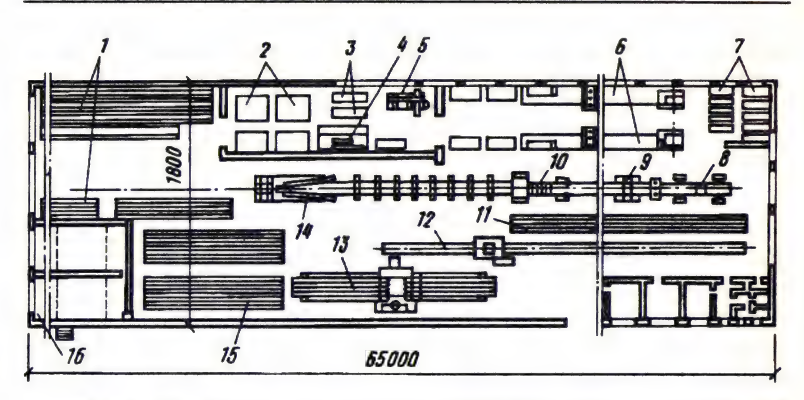
Клееные фанерные конструкции изготовляют в специализированных цехах и построечных мастерских, имеющих необходимое деревообрабатывающее оборудование. Доски каркаса или поясов балок строгают с припуском на дальнейшую

обработку, вырезают дефектные участки на торцовочных станках, соединяют зубчатым шипом торцы, раскраивают ленты на отрезки заданной длины и строгают их в размер. Листы фанеры отбирают по сортам, намечая лучшие в более напряженные зоны конструкции. Затем листы размечают по шаблону и вырезают из них элементы заданной формы. При необходимости большей длины элементов, чтобы не производить стыковку в самой конструкции, края листов фанеры сращивают на ус в специальных усовочных станках.

При изготовлении балок или рам двутаврового сечения элементы поясов раскладывают на рабочей площадке в соответствии с проектной схемой или по шаблону и временно закрепляют. Доски поясов, непосредственно примыкающие к фанере, укладывают двойным рядом, с небольшим зазором между продольными кромками для снижения влияния влажностных деформаций на клеевой шов. Число слоев досок, образующих пояс, должно быть не более трех. При таком составном поясе сначала подшивают фанеру гвоздями к двойному ряду на клею, затем наслаивают остальные доски пояса. Клей на доски поясов наносят ручными клеевыми вальцами.

Подшивку фанеры к поясам, наслаивание досок поясов, прикрепление ребер жесткости и общую запрессовку всех элементов в единую конструкцию выполняют монтажными гвоздями. Размеры и расстановка этих гвоздей зависят от толщины фанеры, числа слоев досок в поясах, степени покоробленности досок поясов, качества обработки пиломатериалов и фанеры. Для подшивки фанеры к первому слою досок пояса применяют гвозди диаметром 2,3 мм, длиной 50 мм при расстоянии между ними 140—180 мм. Общую запрессовку поясов и ребер жесткости в единую конструкцию выполняют гвоздями диаметром 3,5—4 мм длиной 90—110 мм при расстоянии между ними 280—360 мм. Для изготовления клееных фанерных балок двутаврового сечения с дощатыми поясами применяют рамные винтовые прессы, работающие по принципу вертикального ваймового пресса.

Изготовление балок с волнистой фанерной стенкой осуществляется непрерывным способом в специализированных цехах (рис. 8.3). Доски поясов, стыкованные зубчатым шипом, в виде двух лент, поставленных на ребро, проходят через фрезерный станок, в котором шпиндели совершают боковые движения, благодаря чему в лентах вырезаются волнообразные



8.3. Планировка цеха клееных фанерных балок с волнистой фанерной стенкой

1 — готовая продукция; *2* — склад фанеры; *3* — фанерные заготовки; *4* — круглопильный станок для фанеры; *5* — усовочный станок; *6* — агрегат для склеивания фанерных заготовок в ленту с электрическим обогревом; *7* — фанерные ленты; *8* — установка для подачи фанерной ленты; *9* — фреза для обработки кромок фанерной ленты; *10* — установка для нанесения клея и придания волнообразной формы ленте; *11* — дощатые пояса балок; *12* — линия склеивания поясов по длине; *13* — шипорезный станок; *14* — агрегат для запрессовки фанерной ленты в дощатые пояса; *15* — пиломатериалы; *16* — сушильная камера

пазы конического профиля. В эти пазы вдавливается непрерывная фанерная лента; она изгибается волнообразно роликами и защемляется в пазах путем сближения поясов протягивающим устройством. Предварительно кромки фанерной ленты покрывают клеем. Для ускорения склеивания швы прогревают инфракрасными излучателями или токами высокой частоты. Усилия, возникающие при изгибе фанеры в пазах, создают давление, необходимое для склеивания фанеры со стенками паза. Получаемый непрерывно профильный элемент с волнообразной стенкой разрезается на балки длиной 6—9 м.

Щитовые фанерные конструкции изготовляют с гвоздевой запрессовкой либо в одноэтажных гидравлических или пневматических прессах горячего или холодного склеивания. Гвоздевая запрессовка более целесообразна при изготовлении крупноразмерных щитов. Гвозди применяют диаметром 2—2,5 мм длиной 40—50 мм с установкой их через 150—200 мм. Расход гвоздей снижается, если фанеру прижимать к каркасу при помощи деревянных брусков на более мощных гвоздях.

После отверждения клея эти бруски вместе с гвоздями отрывают. Для конструкций, где непроклеи в углах недопустимы, шаг расстановки гвоздей уменьшают вдвое и также применяют прижимные шаблоны.

При обшивке каркаса фанеру направляют волокнами вдоль большей стороны щита. В этом случае расстояние между элементами каркаса, направленными поперек волокон рубашек фанеры, должно быть не более 50 толщин листа. Клей на поверхность ребер наносят валиками, кистями или распылителями. Во избежание втягивания листов фанеры в ячейки каркаса рекомендуется использовать клеи, не содержащие воды, например клей ВИАМ-Б-3. При склеивании холодным способом в прессах можно укладывать сразу по нескольку щитов с общей высотой пакета до 1 м. Удельное давление запрессовки такого пакета должно быть не менее 1,4—1,5 МПа в расчете на площадь ребер каркаса.

Изготовление конструкций из цементно-стружечных плит — это изготовление панелей наружных стен и перегородок на деревянном каркасе, плит перекрытий, деталей сборных полов, санитарно-технических кабин, вентиляционных коробов и др. На технологию изготовления конструкций из плит влияют такие показатели как твердость (не менее 45 МПа), сопротивление выдергиванию шурупов (60 Н/мм), изменение линейных размеров в плоскости листа при увлажнении (0,3%). Отдельные размеры листов цементно-стружечных плит (длина 3200 мм, ширина 1250 мм) расходятся с принятым в строительстве модулем 300. Требуется дополнительная разрезка таких листов.

При изготовлении панельных перекрытий плиты прибивают или приклеивают к деревянному каркасу с заполнением пространства между минераловатным или пенопластовым утеплителем. Панели перекрытий могут выполняться также на стальном каркасе (элементы профилированного настила) с заполнением гофров и промежутков заливочным пенопластом. Для уплотнения стыков предусматривается крепление упругих прокладок, вставка шпонок в пазы крайних ребер, наклейка на место стыка герметизирующих лент и тканей.

Панели перегородок также изготовляют на деревянном каркасе, к которому плиты крепятся шурупами. Крайние ребра имеют выступ за габариты листа, а на противоположной кромке — впадину для сборки перегородок по схеме «шпунт — гребень».

Кромки панелей примыкают к несущим стенам. Их оборудуют скобами для крепления или в них делают паз, который при монтаже входит в вертикально прибитую к стене рейку.

Цементно-стружечные плиты раскраивают на заготовки на форматно-обрезном станке ЦТЗФ-2 или на станке с программным управлением ЦТМФ. Используют пилы дисковые с твердосплавными пластинами при скорости резания 25-35 м/с и подаче 0,09—0,12 мм на зуб пилы, плоские ножи и сборные фрезы — для фрезерования, цепочки фрезерные для выборки гнезд и пазов на цепнодолбежных станках. По длине плиты соединяют зубчатым шипом или с помощью односторонних накладок. Отверстия для гвоздей и шурупов сверлят зенкерами или твердосплавными спиральными сверлами. Гвозди вдавливают гидравлическими устройствами, шурупы ввертывают электроинструментом. Для склеивания цементно-стружечных плит с деревянным каркасом рекомендуется клей ФРФ-50М. Сборку панелей при склеивании ведут на сборочных конвейерах, производящих фиксацию, переворачивание и перемещение пакета. Склеивание происходит под давлением 0,2—0,3 МПа при равномерном контакте плит пресса и поверхности панели. Допускается контактное нагревание до 60—120°С, сокращающее выдержку изделий в прессе до 1,5—3 мин на 1 мм толщины цементно-стружечной плиты.

Клееные элементы коробчатого сечения из цементно-стружечных плит изготовляют на поточных автоматизированных линиях, выполняющих следующие операции: укладку липкой ленты с обратной стороны плит; выборку в плитах продольных пазов; нанесение на поверхность пазов клея; нагревание его лучевым способом; формирование коробчатого элемента; выдержку его под давлением до разборной прочности клеевого шва.

При изготовлении балок с деревянными поясам стенки плиты крепят к поясам клеегвоздевым способом с забивкой гвоздей пневмопистолетом на поточных линиях производительностью 11, 15, 20 м/мин.

8.2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПАНЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Панели с деревянным каркасом предназначаются для типовых сельскохозяйственных зданий. Их обычно изготовляют на предприятиях, выпускающих клееные несущие конструкции. Этому способствует общность многих этапов технологического

8.4. Планировка цеха производительностью 15 тыс.м² клееных конструкций в год

процесса и необходимость комплектной поставки конструкций на строительные объекты. Планировка цеха, выпускающего панели в комплекте с несущими конструкциями, показана на рис. 8.4.

Технологический процесс производства панелей организован следующим образом. Высушенные пиломатериалы обрезают на торцовочном станке, затем фрезеруют на четырехстороннем строгальном станке. На концах заготовок при помощи шипорезно-пазовального станка вырезают пазы и четверти для сборки каркаса. далее заготовки антисептируют в 3%-ном водном растворе кремнефтористого натрия. Пакет брусков погружают в ванну кран-балкой, а затем сушат в цехе в течение 2 сут. Из высушенных брусков собирают каркас в сборочной вайме на клею и гвоздях. После этого кромки каркаса обрабатывают на

шлифовальном станке, чтобы снять излишний слой антисептика, и покрывают клеем с одной или с двух сторон.

Раскроенные по формату листы фанеры, асбестоцемента и блоки пенопласта подгоняют к каркасу. Используют водостойкую фанеру марки ФФ толщиной 6—8 мм. Предварительно ее сращивают по длине в непрерывные ленты, а затем разрезают на листы в размер обшивок. На одну из поверхностей фанерной обшивки распылением наносят антисептик.

Собирают панели на рольганге с пневмовакуумным перекладчиком, а склеивают в туннельном прессе непрерывного действия.

Асбестоцементные панели собирают на полуавтоматической установке. Листы укладывают на каркас, затем автомат просверливает отверстия по периметру панели, завинчивает шурупы. Асбестоцемент должен иметь толщиной 10 мм, ударную вязкость не менее 2—2,2 кДж/м². После привинчивания обшивки пакет переворачивается, в него укладывают утеплитель, крепят деревянными планками, накладывают второй асбестоцементный лист и вновь подают в автомат для завинчивания шурупов.

Алюминиевые обшивки крепят к каркасу оцинкованными гвоздями через просверленные отверстия с шагом крепления 75—150 мм. Панели с обшивками из древесно-волокнистых плит с утеплением миниральной ватой изготовляют примерно по такой же технологии.

Еще один способ изготовления асбестоцементных панелей включает сборку деревянного каркаса по описанной выше схеме из брусков сечением 40 и 180 мм. К одной стороне каркаса оцинкованными шурупами крепят плоский асбестоцементный лист, образующий потолочную поверхность (в панелях покрытий). Между брусками укладывают минераловатные плиты плотностью 80—100 кг/м³. Толщина их зависит от термического сопротивления. Для защиты от увлажнения на плиты накладывают пластмассовые пленки. В таком виде панели отправляют на стройку и монтируют в покрытие. Затем на них укладывают и прибивают к каркасу волнистые асбестоцементные листы, оставляющие воздушное пространство между утеплителем и кровлей. Благодаря волнистой форме листов воздушное пространство в панели вентилируется, что обеспечивает долговечную службу материалов в условиях повышенной влажности сельских производственных зданий.

Панели стен делают из деревянного каркаса и двух плоских листов асбестоцемента толщиной 10 мм. Панели утепляют минераловатными полужесткими плитами плотностью не менее 100 кг/м^3. Здесь также предусмотрено устройство самовентилируемой воздушной прослойки.

Технологические линии для изготовления асбестоцементных панелей рассчитаны на выпуск 40—50 тыс.м^2 конструкций в год. Панели на них собирают стендовым способом. Рабочие помещения оборудуются кран-балкой грузоподъемностью 5 т, стапелями для сборки, станками для обработки древесины и асбестоцемента, ручными машинами. Готовая продукция вывозится автопогрузчиками. Типовой цех имеет размеры в плане 12x24 м, его обслуживают 6—7 рабочих.

Изготовление ребристых панелей отличается заменой каркаса из древесины на ребра из гнутоклееных фанерных швеллеров. Фанерные швеллеры изготовляют на специальной установке позиционного прессования из модифицированного березового шпона низких сортов или из отходов фанерного производства. Установка позволяет изготовлять швеллеры длиной до 6 м с толщиной стенки 10 мм. Швеллер состоит из пяти слоев шпона толщиной 1,5 мм с волокнами, ориентированными вдоль оси, и двух слоев, ориентированных волокнами поперек оси швеллера. Поперечные слои располагаются непосредственно под лицевыми и служат для ограничения сгиба и разгиба полок швеллера.

Для изготовления панелей размером 6x1,5 м фанерные обшивки толщиной 10 и 6 мм стыкуют «на ус», затем склеивают их под прессом с фанерными швеллерами, предварительно антисептированными. Для склеивания используют эпоксидный или фенолформальдегидный клей холодного отверждения. Для обеспечения прочности панелей на смятие в опорных участках в швеллеры дополнительно вклеивают деревянные вкладыши на длину 8—10 см. Между ребрами — швеллерами при необходимости укладывают утеплитель. Для повышения долговечности и увеличения жесткости ребристых панелей деревянный каркас может быть также заменен на асбестоцементный, состоящий из фасонных элементов типа швеллеров. Изготовляют такие панели и фасонные элементы на специальных технологических линиях, на заводах асбестоцементных изделий.

Клееные фанерные панели промышленных зданий и специальных сооружений изготовляют на специализиро-

ванных технологических линиях. Элементы каркаса обрабатывают на станках (рейсмусовом, торцовочном, шипорезном), антисептируют и обрабатывают огнезащитными составами. Короткие пиломатериалы сращивают зубчатым шипом в бруски заданных размеров. Для изготовления каркасов применяют рольганги, ваймы продольного сращивания, шаблоны и другие приспособления. Собирают каркасы на специальных постах.

Водостойкую фанеру и древесно-волокнистые плиты разрезают на круглопильных или ленточнопильных станках, оборудованных подвижными столами, каретками и зажимными приспособлениями. Материалы обшивки сращивают в полноформатные листы при помощи стыков «на ус», которые желательно располагать в менее нагруженных зонах панели. Для зарезки кромок листов «на ус» используют специальный усовочный станок. Склеивание стыков «на ус» производится в прессах различной конструкции, оборудованных для ускорения процесса обогревательными устройствами.

После очистки обшивок от загрязнений и пыли их покрывают клеем в местах примыкания каркаса. Обшивку ребристых панелей крепят к каркасу гвоздями. При изготовлении утепленных панелей на нижнюю обшивку, покрытую клеем, укладывают плиты пенопласта, накрывают их второй обшивкой со слоем клея, загружают пакет в пресс-контейнер и выдерживают всю конструкцию под давлением до полного отверждения. Панели могут быть изготовлены также методом вспенивания гранул полистирола в ячейках конструкции с использованием различных теплоносителей. При нагревании в поле токов высокой частоты гранулы полистирола предварительно обрабатывают электролитом. При изготовлении панелей методом заливки в ребрах оставляют заливочные и выходные (для паров, газов) отверстия, приготовляют заливочную вспенивающуюся композицию на основе фенолформальдегидной смолы и нагнетают ее в полость конструкции. Готовые панели с наружной и внутренней сторон окрашивают полимерными красками.

Изготовление трехслойных панелей осуществляется вспениванием полистирола в полостях конструкции. Обрезанные по формату, очищенные от пыли и покрытые слоем клея листы асбестоцемента укладывают на поддоны форм. Затем на слой клея насыпают отдозированный по расчету бисерный суспензионный полистирол и по краям листа устанавливают ограничительные деревянные бруски. Сверху укладывают листы

второй обшивки, также покрытые слоем клея, обращенным внутрь. Собранную панель пригружают крышкой и закрепляют в форме. Кассету из 8—9 форм подают в камеру тепловой обработки, в которой происходит вспенивание полистирольных гранул, спекание их в монолитный слой и приклеивание образовавшегося пенополистирола к обшивкам. Тепловая обработка длится 0,5—2,5 ч при температуре 95—110°С. После охлаждения панели вынимают из форм и транспортируют на склад готовой продукции.

Линия производительностью 60 тыс. м^2 панелей в год, состоящая из двух постов сборки форм и шести камер тепловой обработки, размещается на площади 288 м^2 (12Х24 м), включая склад материалов и заготовок и склад готовой продукции.

Изготовление армированных панелей. Предварительно напряженные армированные деревянные ребра имеют следующие особенности. Для продольных ребер выбирают древесину хвойных пород II категории влажностью не более 15%. Поперечные ребра допускается изготовлять из древесины III категории. Для армирования используют стержневую арматурную сталь класса А-III-В. Деревянные каркасы в собранном виде антисептируют водным раствором кремнефтористогго аммония и тетрафторбората аммония. Перед сборкой каркаса в несущие ребра устанавливают анкерные устройства. Каркас собирают вполдерева на гвоздях. В углах каркаса устанавливают бобышки, повышающие жесткость каркаса. В несущих ребрах делают пазы для укладки арматуры на клею. Для вклеивания арматуры в древесину применяют эпоксидный клей ЭПЦ-1, наполненный портландцементом.

Напряжение арматуры осуществляется электротермическим методом. Закрепленные одним концом стержни нагревают электротоком силой 75—100 А с помощью сварочного аппарата до 240—250°С. После удлинения стержней на 12—13 мм, что соответствует относительному удлинению 0,25%, аппарат отключают и приваривают свободные концы стержней к анкерным устройствам. После остывания арматурных стержней пазы заполняют эпоксидным клеем. В результате укорочения закрепленных стержней при остывании каркас панели получает обратный выгиб до 4 см. Металлические детали от коррозии защищают после всех сварочных работ.

В качестве обшивок панелей применяют плоские асбестоцементные листы размером 3х1,5х0,01 м. Их крепят к каркасу

оцинкованными шурупами с потайной головкой, вставляемыми в предварительно высверленные отверстия глубиной 10 мм. Пароизоляцией служит полиэтиленовая пленка, теплоизоляцией — минераловатные плиты на синтетической связке плотностью 100—150 кг/м^3. Плиты теплоизоляции укладывают вплотную к ребрам в несколько слоев с перекрытием швов. Для транспортирования панелей к ним крепят на болтах монтажные петли из листовой стали.

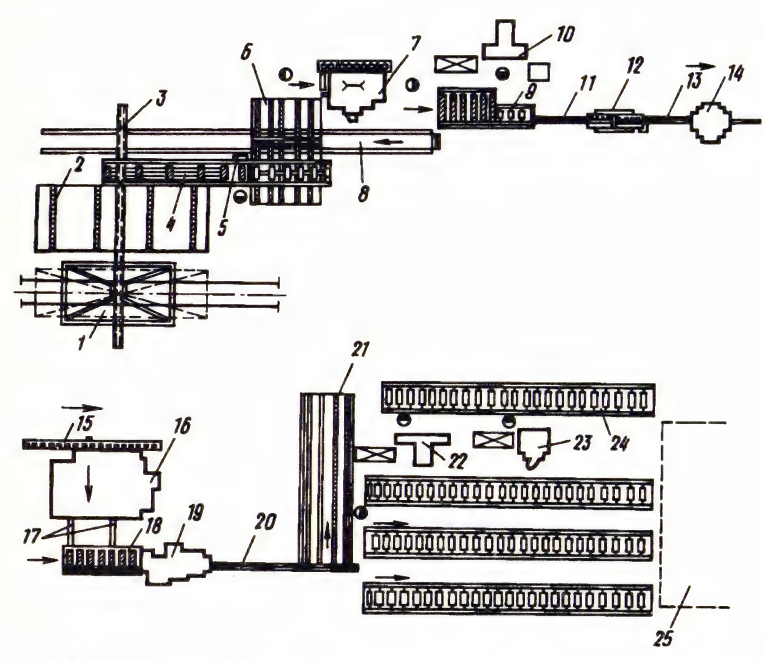
Изготовление светопроницаемых панелей с деревянным каркасом. Панели служат для заполнения световых проемов производственных зданий и имеют обшивки из тонколистового стеклопластика. Рулонный светопрозрачный стеклопластик толщиной 0,5 мм шириной 900 мм наклеивают полиэфирным клеем ПН-1 на каркас, разделенный поперечными ребрами на ячейки примерно квадратной формы. Так как жесткость рулонного стеклопластика весьма мала, для обеспечения геометрически правильных поверхностей ограждения листы стеклопластика стягивают посередине винтами с деревянными прокладками и стеклопластиковыми шайбами. При стягивании листы напрягаются и обеспечивают лучшее светопропускание (не менее 70%). По сравнению с деревянными окнами одинаковой светопропускной способности панели с напряженными листами стеклопластика в 3 раза меньше требуют древесины и соответственно легче. Трудоемкость их изготовления и монтажа в 2,5 раза ниже, чем деревянных окон.

8.3. ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТОЛЯРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Столярные изделия (оконные и дверные блоки, паркетные доски и щиты, подоконные доски и др.) изготовляют в деревообрабатывающих цехах, оборудованных автоматическими и полуавтоматическими линиями. Наряду с крупными высокомеханизированными предприятиями, выпускающими комплектную продукцию, в подчинении строительных организаций находится еще много сравнительно небольших цехов, где столярные изделия изготовляют поточно-расчлененным методом. При этом методе работа автоматических линий сочетается с использованием нестандартного оборудования и ручных приспособлений для сборки. В состав линий входят деревообрабатывающие станки серийного производства, нетиповое транспортно-передаточное

оборудование и самодельная оснастка, установленные в соответствии с технологической последовательностью обработки деталей.

Изготовление оконных блоков. Поточная механизированная линия (рис. 8.5) работает следующим образом. Доски, уложенные на поперечный цепной конвейер, подают к торцовочному станку. Отпиленные отрезки следующим поперечным конвейером подают к прирезному станку. Выпиленные черновые заготовки проходят обработку на фуговальном и рейсмусовом станках, после чего подаются на двусторонний шипорезный



8.5. Поточная механизированная линия изготовления оконных переплетов

1 — траверса; *2* — цепной конвейер; *3* — электроталь; *4*, *15* — приводной рольганг; *5* — торцовочный станок; *6*, *21* — цепной конвейер; *7* — прирезной станок; *8* — ленточный конвейер; *9* — автоподатчик; *10* — сверлильный станок; 11, *13*, *20* — лотки; *12* — фуговальный станок; *14* — рейсмусовый станок; *16* — двусторонний шипорезный станок; *17* — направляющие линейки; *18* — приемно-передаточный стол; *19* — четырехсторонний фрезеровально-калевочный станок; *22* — сверлильно-пазовальный станок; *23* — фрезеровальный станок; *24* — роликовые столы; *25* — сборочное отделение

станок и далее — на четырехсторонний фрезеровальный станок. Обработанные детали по лотку перемещают на поперечный цепной конвейер и укладывают на роликовые столы, с которых они поступают на участок сборки. Выборка гнезд под петли и защитная обработка деталей проводятся отдельно на постах, не входящих в линию.

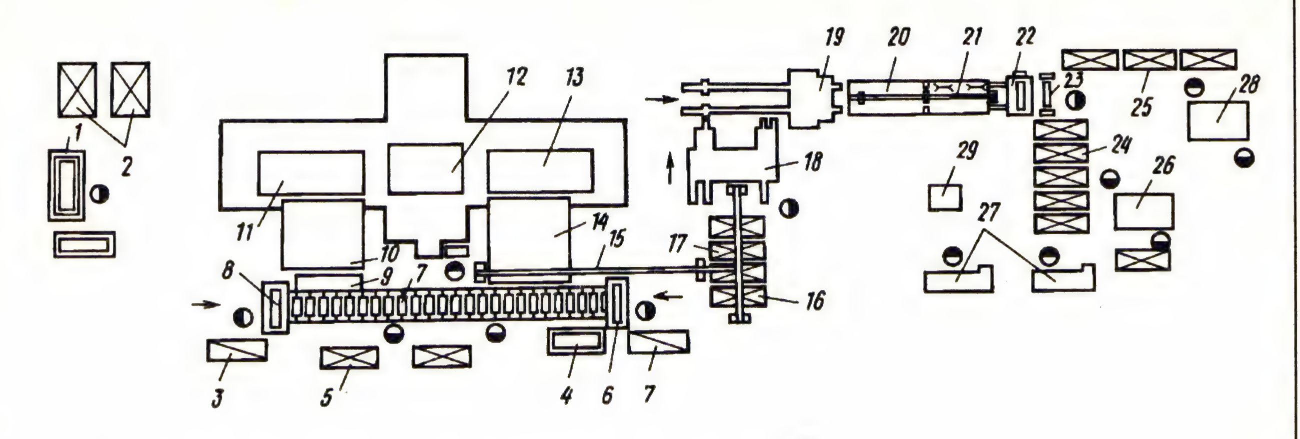
Сборка оконных блоков осуществляется поточным методом на двух линиях: а) сборки и обработки створок; б) сборки, обработки и навески форточек. На линии сборки створок выполняют подготовительные операции с заготовками, комплектуют детали, смазывают места соединений клеем, наживляют угловые соединения.

Собранный комплект створки укладывают в механическую вайму и обжимают с четырех сторон. После этого в шиповых соединениях высверливают отверстия и забивают в них деревянные нагели. Далее собранные створки снимают с ваймы, дают выдержку для отверждения клея и подают на обработку фрезерными станками. На одном из них створки обрабатывают по шаблону с трех сторон, на другом — выбирают четверть для притвора. Затем в створках выбирают гнезда под петли. Часть створок после обработки на фрезерных станках поступает на линию обработки и навески форточек. Сборку самих форточек выполняют на отдельных постах в начале линии. После зачистки на фрезерных или шлифовальном станках в форточках выпиливают гнезда, крепят в них петли и навешивают на створки форточки.

При сборке блока наружные створки вкладывают в коробку, крепят к ней петли створок, затем переворачивают и гвоздями присоединяют внутреннюю аналогично собранную коробку. Готовые блоки укладывают на тележку и транспортируют в малярное отделение для окраски.

Изготовление дверных блоков производят на полуавтоматических линиях, оборудованных многоэтажными гидравлическими прессами, форматно-обрезными станками и гидравлическими ваймами. В качестве материала полотен применяют твердые древесно-волокнистые плиты и реечные щиты толщиной 22 и 32 мм.

Производство дверных блоков на линии (рис. 8.6) подразделяется на следующие этапы: подготовительный; сборка и прессование полотен; обработка щитов по периметру; сборка коробок и комплектование блоков. На подготовительном этапе



8.6. Полуавтоматическая линия изготовления щитовых дверей

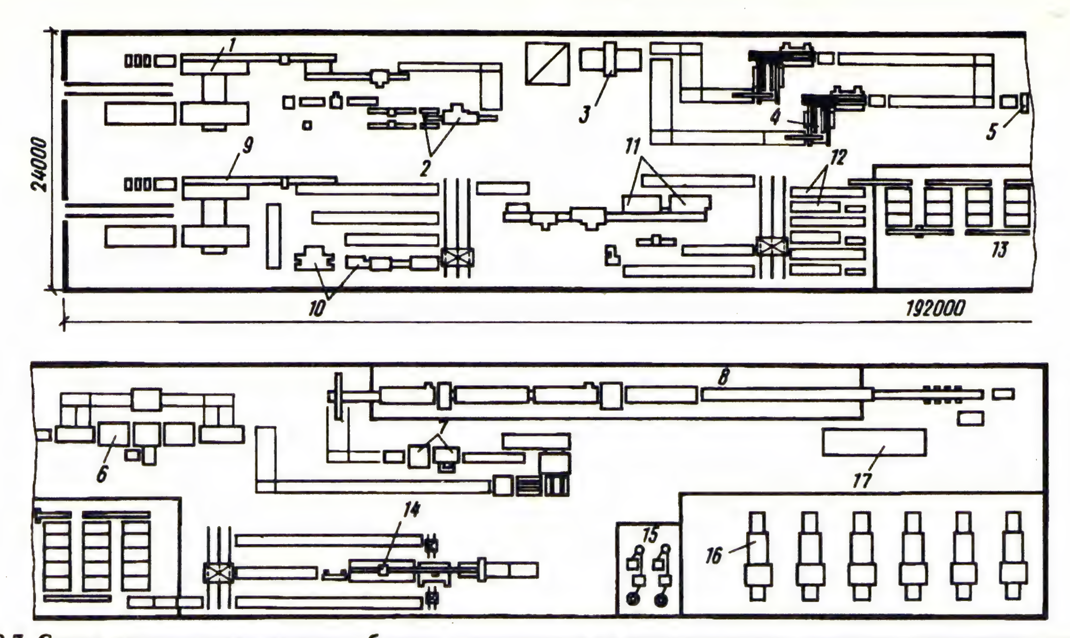
1, *26*, *27* — верстаки; *2* — детали рамок; *3* — рубашки полотен; *4* — рамки; *5* — реечное заполнение; *6*, *8* — клеевые вальцы; *7* — комплектующий конвейер; *9* — подающее устройство; *10*, *14* — загрузочный и разгрузочный механизмы; *11*, *13* — загрузочная и разгрузочная этажерки; *12* — пресс; *15*, *17* — механический перекладчик; *16* — место выдержки дверей; *18* — агрегат поперечной обрезки полотен; *19* — агрегат продольной обрезки; *20* — ленточный конвейер; *21* — станок для выборки пазов под петли; *22* — станок для олифования; *23* — роликовая подставка; *24*, *25* — места складирования дверей; *28* — вайма для сборки коробок; *29* — станок для очистки петель

комплектуют и укладывают на рабочих местах рубашки полотен, рамки и рейки заполнения. На этапе прессования рубашки намазывают клеем, кладут на поддон, укладывают рамку, набор реек, сверху покрывают набор второй рубашкой, пропущенной через клеевые вальцы. Набранный пакет подают в загрузочный механизм, который последовательно заполняет полки загрузочной этажерки пресса. Специальным выталкивателем пакеты задвигаются в этажи пресса. После прессования щиты поступают на конвейер обрезки, сначала поперечных кромок, затем продольных. далее выбирают гнезда под петли и полотно покрывают олифой при помощи вальцов. Сборка коробок и комплектование блоков происходит на верстаках и в гидравлических ваймах.

Производство дверных блоков с заполнением из древесно-стружечных плит включает поток изготовления полотен, поток изготовления коробок, участок комплектования и упаковки (рис. 8.7). Поток изготовления полотен включает раскрой пиломатериалов на станках продольной и поперечной распиловки. После раскроя бруски подают к четырехстороннему фрезерному станку и затем направляют на участок приклеивания обкладок.

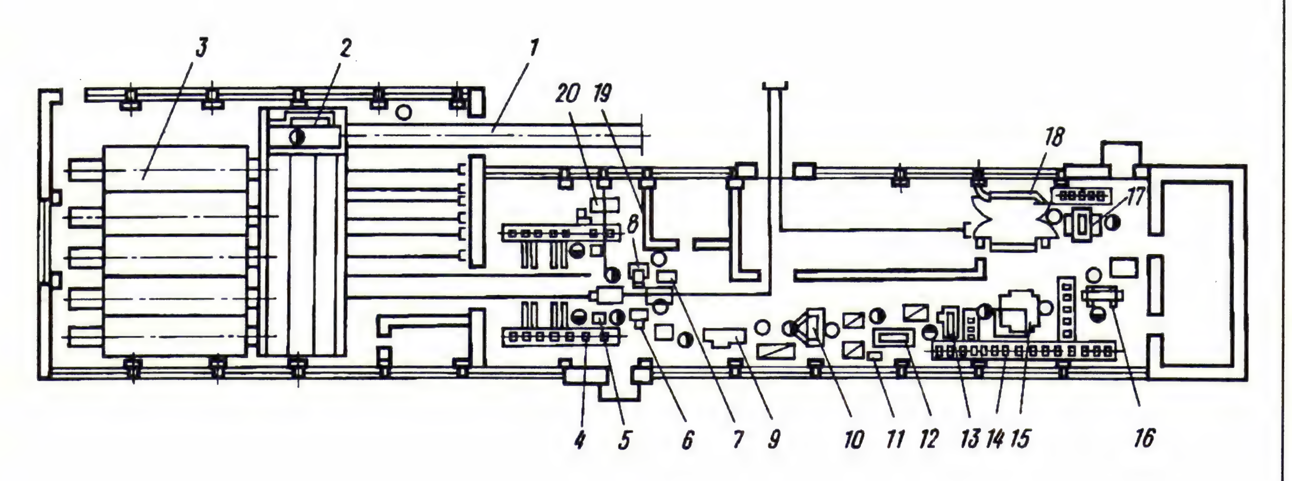
Формирование полотна двери начинается с приклеивания обкладок с серединками, предварительно раскроенных из плит на форматно-обрезном станке ЦТЭФ-1. Обкладки приклеивают карбамидным клеем. После сборки плиты с обкладками обжимают при помощи гидроцилиндров с нагреванием клеевого шва. Далее щит с обкладками облицовывают бумагой, пропитанной мочевиномеламиновой смолой. (Эту бумагу получают на участке пропитки и приготовления смолы.) Дверные полотна облицовывают бумагой в горячем гидравлическом прессе П-797. После суточной выдержки полотна обрабатывают по периметру, вырезают гнезда под петли, шлифуют, шпатлюют и подают на линию окраски. Окраску выполняют на серийно выпускаемых лаконаливных машинах. Сушат покрытия в камерах конвекционного типа с паровым обогревом.

Изготовление щитов пола. Поступающий из сушильного отделения цеха (рис. 8.8) березовый пиломатериал раскраивают на торцовочных станках ЦПА-40 и прирезных станках ЦДК-5 и ЦДК-4-2. Полученные рейки поштучно подаются в четырехсторонний фрезеровальный станок С-16-4А, где одновременно с фрезерованием поверхностей в кромках выбирается паз



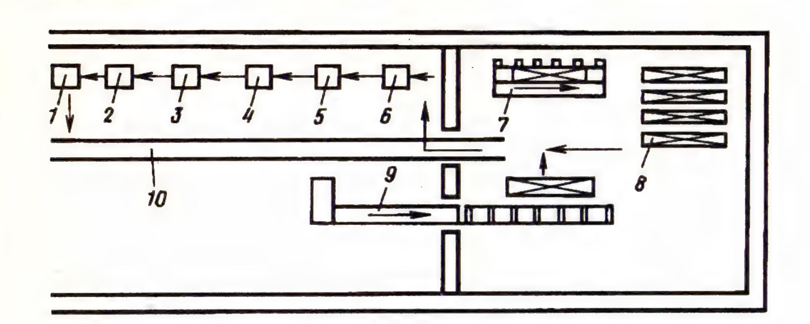
8.7. Схема изготовления дверных блоков с полотнами из экструзионных древесно-стружечных плит

1 — линия раскроя пиломатериалов; *2* — линия фрезерования и торцовки обкладок; *3* — форматно-обрезной станок ЦТЭФ-1; *4* — полуавтоматическая линия приклеивания обкладок; *5* — клеевые двусторонние вальцы КВ-14; *6* — гидравлический пресс П-797; *7* — автоматическая линия сборки дверных полотен; *8* — линия окраски дверных полотен и установки приборов; *9* — линия раскроя пиломатериалов на бруски коробок; *10* — линия сращивания брусков коробок по длине; *11* — линия фрезерования брусков коробок и нарезки шипов; *12* — участок шпатлевания брусков коробок; *13* — участок окраски брусков коробок; *14* — линия сборки коробок и установки приборов; *15* — участок приготовления смолы; *16* — участок пропитки бумаги; *17* — участок сборки блоков



8.8. Цех по производству щитов пола из древесины березы мощностью 100 тыс.м² в год

1 — узкоколейный путь; *2* — траверсная тележка; *3* — сушильная камера; *4* — стол для заготовок; *5* — торцовочный станок; *6* — прирезной многопильный станок; *7*, *20* — конвейер для кусковых отходов; *8* — прирезной станок; *9* — четырехсторонний фрезеровальный станок; *10* — тележка ручная для заготовок; *11* — клеевые вальцы; *12* — гидравлическая вайма; *13* — станок для заделки сучков; *14* — напольные рольганги; *15* — шлифовальный станок; *16* — шипорезный станок; *17* — клеевые вальцы для покрытия щитов олифой; *18* — сушилка для щитов; *19* — электроталь



8.9. Технологическая линия изготовления подоконных досок

1 — шлифовальный станок; *2* — фрезерный станок; *3*— станок для заделки сучков; *4* — четырехсторонний фрезеровальный станок; *5* — станок для продольной распиловки; *6* — торцовочный станок; *7* — гидравлический пресс; *8* — кассеты; *9* — установка для сращивания досок на зубчатый шип; *10* — узкоколейный путь

и гребень. Затем приводным рольгангом рейки подаются на шипорезный станок ШД-10-3 и торцуются с одновременной выборкой в торцах проушин.

Шпонки, необходимые для крепления шипов, также изготовляют из пиломатериала путем его торцевания, а затем продольного распиливания на многопильном станке. Далее шпонки обрабатывают на четырехстороннем фрезеровальном станке до сечения 9x28 мм. Щиты собирают в гидравлическом вайме ВГО-2 путем соединения реек в паз и гребень без клея. Шпонки впрессовывают в кромки щита на клею. Собранные щиты при необходимости после выдержки подают на станок для заделки сучков СВСА, шлифуют на станке ЩЛ-3Ц-12-2 и обрабатывают до размеров 600x1600; 400x1000; 400x400 мм. По периметру щита выбирают паз и гребень. Готовые щиты покрывают олифой и помещают в сушильную камеру.

Подоконные доски изготовляют на специальной технологической линии (рис. 8.9), используя отходы производства несущих деревянных конструкций. В состав линии входит установка для сращивания коротких (длиной 500 мм и более) досок на зубчатый шип, гидравлический пресс для склеивания срощенных досок по пласти, станки для продольной и поперечной распиловки склеенных блоков, четырехсторонний фрезеровальный станок, шлифовальный станок, лаконаливная машина.

Отрезки досок шириной 145 мм, толщиной 35 мм склеивают по длине зубчатым шипом. Полученные заготовки строгают до толщины 30 мм и раскраивают на отрезки заданной длины. Отрезки пропускают через клеевые вальцы, набирают в пакет по высоте до размеров подоконной доски и подают в кассетах в гидравлический пресс. После склеивания блоки обрабатывают на торцовочном станке, распускают на заготовки продольными резами, фрезеруют поверхности с четырех сторон.

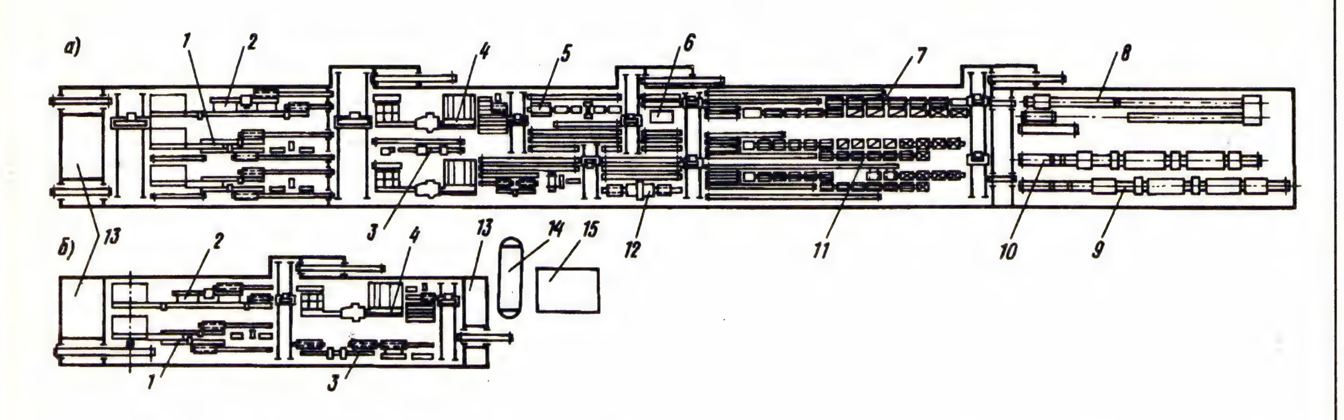
Сучья на лицевой поверхности заготовок заделывают деревянными вставками, фаски снимают на фрезерном станке; поверхность доски шлифуют, после чего окрашивают на лаконаливной машине. Для склеивания применяют фенолформальдегидные или карбамидные клеи.

8.4. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СБОРНЫХ ДОМОВ

Сборные малоэтажные деревянные дома изготовляют по типовым проектам из панелей малых и средних размеров (до 2,8х1,3 м) и дощато-брусчатых конструкций (стропил, рам и др.). Строятся также дома из укрупненных панелей: на комнату (длина 3,6—4,5 м), на стену (длина 9—12 м). Планируется производство блочных домов (блок-комнат, блок-квартир). По сравнению с крупнопанельными и блочными дома из малых панелей требуют меньше производственной площади, изготовляются на более компактном оборудовании, монтируются менее грузоподъемными механизмами. Кроме того, облегчается транспортирование конструкций от завода-изготовителя на строительную площадку.

Конструкции сборных домов — панельные и дощатые — изготовляют в специализированных цехах. Основной цех (рис. 8.10, *а*) выпускает панели стен, перекрытий, цоколя, детали и заготовки к ним; вспомогательный (рис. 8.10, *б*) — дощатые и брусчатые детали, в том числе нестроганые, требующие защитной обработки. Оконные и дверные блоки поставляют по кооперации с других предприятий или изготовляют в дополнительном цехе. Детали и заготовки антисептируют на установках (в автоклавах, сушильной камере), размещенных отдельно от вспомогательного цеха.

Технологический процесс включает раскрой материалов на заготовки и детали, их сортировку, сращивание коротких-мерных



8.10. Схема производства мелкопанельных сборных деревянных домов

а — основной цех; *б* — вспомогательный цех; *1* — линия раскроя специфицированных пиломатериалов; *2* — линия раскроя неспецифицированных пиломатериалов; *3* — линия сращивания по длине; *4* — линия продольного фрезерования; *5* — линия склеивания древесно-волокнистых плит и панелей перегородок; *6* — линия обработки панелей по периметру; *7* — конвейер для сборки панелей цокольного и чердачного покрытий; *8* — линия изготовления элементов стропил; *9* — линия отделки панелей чердачного перекрытия; *10* — линия отделки стеновых панелей; *11* — конвейер для сборки стеновых панелей; *12* — линия раскроя плитных материалов; *13* — бытовые помещения; *14* — автоклав; *15* — сушилка

отрезков по длине, продольное фрезерование брусков каркаса панелей, раскрой обшивок, сборку панелей, отделку и комплектование деталей. На линии продольного фрезерования кроме элементов каркаса изготовляют строганые погонажные изделия, вкладыши и ригели рам; на линии раскроя при помощи форматно-обрезного станка разрезают древесно-волокнистые плиты для обшивки перегородок и панелей стен. Обшивки перегородок имеют толщину 4 мм. Обшивки стеновых панелей изготовляют из плит толщиной 8 мм или склеивают из двух заготовок толщиной 4 мм.

Перегородки изготовляют на линии склеивания, включающей клеевые вальцы КВ-14, пресс холодного склеивания, посты формирования пакетов и рольганги. Обшивки пропускают через клеевые вальцы. Затем на намазанную клеем сторону укладывают бруски каркаса, реечное заполнение и вторую обшивку. Сформированные перегородки укладывают в пакеты, подают их в пресс, сдавливают, фиксируют пакет струбцинами, освобождают из-под пресса и оставляют на рольгангах для технологической выдержки на 24 ч. Для склеивания применяют карбамидный клей холодного отверждения.

Для изготовления стропил, подстропильных рам и ферм служит линия, состоящая из подъемника, станков для пиления древесины под углом, поперечного конвейера, сортировочного устройства и агрегатов для соединения элементов стропил металлическими зубчатыми пластинами. Сборка производится в специальном прессе, исключающем возможность смещения деталей относительно друг друга. Давление, развиваемое в прессе для вдавливания зубчатых пластин, составляет 7—8 МПа.

Сборка панелей цокольного и чердачного перекрытий, панелей стен и установка в них оконных и дверных блоков производится в сборочном отделении на трех линиях. Каждая линия имеет кондуктор для сборки каркаса, кантователь панелей, накопитель панелей и напольные рольганги для подачи заготовок к рабочим местам. При сборке каркаса, креплении облицовочного материала и утеплителя используют гвозди и скобы, забиваемые ручным пневмо- и электроинструментом. Кондукторы обеспечивают сохранение правильной геометрической формы изделий при сборке. После того как в каркас уложены тепло- и пароизоляция, прибивают листы обшивки и обрабатывают панели по периметру.

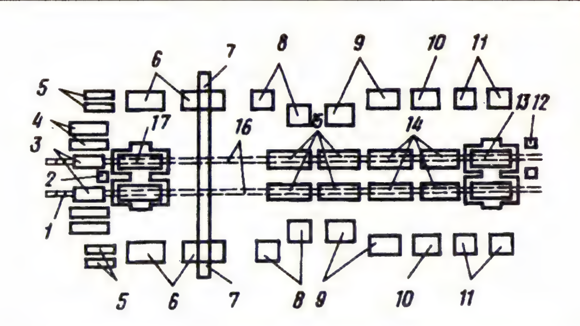
По другому варианту панели склеивают фенолоформальдегидным клеем в гидравлическом однопросветном прессе, развивающем давление 0,7—1 МПа. Продолжительность выдержки панели в прессе — до 25 мин. Линия, оборудованная двумя такими прессами, обеспечивает выпуск деталей для строительства домов полезной площадью 150 тыс.$м^2$ в год.

Детали отделывают на трех поточных линиях. Первая предназначена для панелей стен; на ней шпатлюют дефектные места и головки гвоздей. После сушки и зачистки шпатлеванных мест наносят грунтовочный слой и панели сушат в электротерморадиационной сушильной камере. Далее наносят второй слой и вновь сушат панели. Для грунтовки и покраски используют водоэмульсионные составы, которые наносят методом распыления.

На линии отделки панелей чердачного перекрытия выполняют те же операции, но грунтовочный слой наносят вальцами. Третья линия предназначена для отделки погонажных деталей и веранды. Эти конструкции окрашивают методом струйного облива два раза с предварительным шпатлеванием поверхности.

Среди деревянных малоэтажных домов индустриального изготовления заметную долю (около 10%) составляют дома контейнерного типа панельной или каркасной конструкции. Как правило, это одноквартирные жилые дома размером 8,8х5,5х3,2 м, устанавливаемые на бетонный или деревянный фундамент. Каркас панелей или всего здания (при каркасном варианте) — металлодеревянный. Наружной обшивкой служат шпунтованные доски, внутренней — листы сухой гипсовой штукатурки, древесно-волокнистые или древесно-стружечные плиты. Утеплитель — минеральный войлок или изоляционные древесноволокнистые плиты. Полы — деревянные, кровля — металлическая.

Наружные панели стен, внутренние продольные стены и щиты пола контейнерных домов собирают в кондукторах на двух технологических линиях цеха (рис. 8.11). В ваймах на этих же линиях собирают щитовые перегородки и щиты чердачных покрытий. Объемные блоки из панелей и щитов собирают на сборочном основании и на сборочных тележках третьей линии. При сборке устанавливают столярные изделия и встроенную мебель, монтируют электротехническое и санитарно-техническое оборудование, выполняют кровельные работы. Все элементы и конструкции контейнерных зданий крепят гвоздями и болтами.

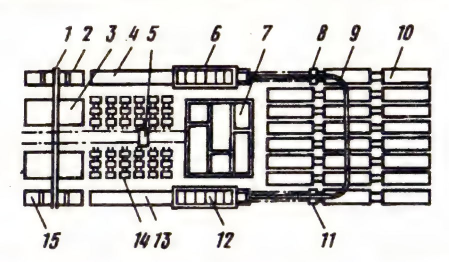


8.11. Технологическая схема сборки объемно-блочных домов контейнерного типа

1 - узкоколейный путь; *2, 12* — лебедки; *3* — тележки для подачи металлических каркасов; *4* — кассеты для каркасов; *5* — стеллажи; *6* — кондукторы для сборки панелей наружных стен; *7* — мостовой кран; *8, 9* — кондукторы и ваймы для сборки щитов пола; *10* — ваймы для перегородок; *11* — ваймы для щитов кровли; *13* — пост кровельных работ; *14* — пост монтажа электротехнического и санитарно-технического оборудования; *15* — пост установки столярных изделий и встроенной мебели; *16* — неприводные роликовые конвейеры; *17* — посты сборки объемных блоков

Крупнопанельные сборные деревянные дома изготовляют на специализированных предприятиях по поточной технологии. Основные участки производства — подготовка пиломатериалов, изготовление стропил, изготовление панелей стен, перегородок, перекрытий, сборка панелей, сборка объемных блоков, отделка. Подготовка пиломатериалов включает фрезерование, прирезку, антисептирование и пакетирование. На участке изготовления стропил заготовки торцуют в размер, сверлят в них отверстия, обрезают под углом, антисептируют и пакетируют. Панели стен и перегородок изготовляют по одной технологии: в кондукторах собирают каркас на гвоздях при помощи пневмоинструмента, крепят обшивку, затем (после переворачивания панели) устанавливают оконные и дверные коробки, укладывают утеплитель, монтируют электротехническое оборудование, крепят вторую обшивку. Затем панель подвешивают на конвейере и она поступает на отделку (навеску оконных створок, дверных полотен, крепление наличников).

Панели перекрытий изготовляют на линиях (рис. 8.12), оборудованных однопросветными прессами горячего склеивания. Готовые панели подают на сборку конвейерами. Посты сборки оборудованы подъемными столами и мостовым краном.



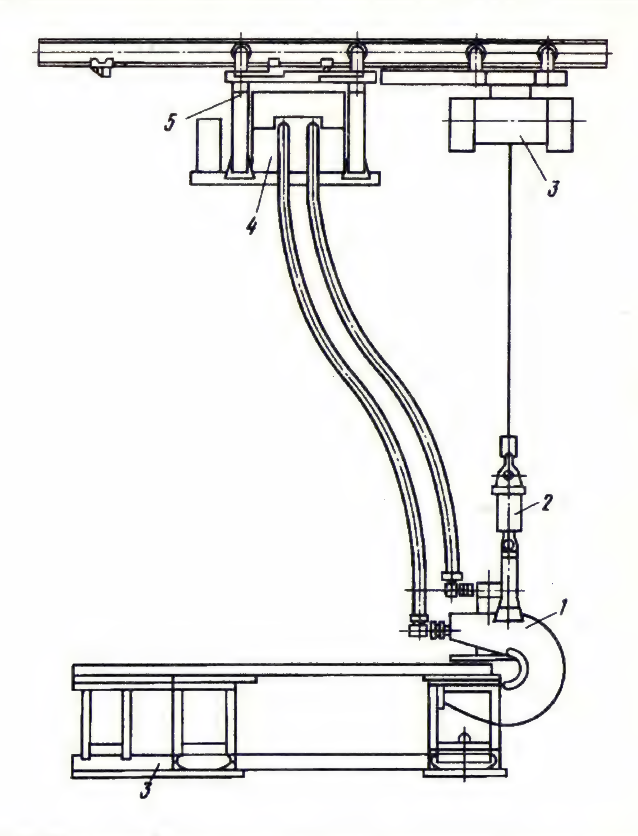
8.12. Линия сборки панелей перекрытий крупнопанельных сборных домов

1 — мостовой кран; *2, 15* — сборочные столы; *3* — пакеты деталей каркаса; *4, 13* — загрузочный конвейер; *5* — траверсная тележка; *6, 12* — горячий пресс; *7* — помещение для приготовления клея; *8, 11* — приемная тележка; *9* — тельферный путь; *10* — промежуточные рольганги; *14* — пакеты обшивок

Стыки между панелями герметизируют пенополиуретановыми прокладками. Для чердачных перекрытий изготовляют фермы и балки из элементов составного сечения на металлических зубчатых и нагельных пластинах. Эти конструкции делают из досок стандартных размеров как в заводских, так и построечных условиях. Для запрессовки пластин используют сборочный стенд или подвесные прессы с гидравлическим приводом.

Сборочный стенд состоит из прессовых рам, оборудованных гидроцилиндрами, регулировочными винтами и фиксирующими устройствами. Прессовые рамы расставляют по длине сборочного стенда так, чтобы на каждую раму приходилось одинаковое число вдавливаемых пластин или шпонок. Усилие рассчитывают по сопротивлению одного нагеля или зуба. Оно зависит от диаметра нагеля и при внедрении в цельную хвойную древесину составляет 1—2 кН при скорости вдавливания 0,5—2 см/мин. Запрессовку прекращают при полном вдавливании нагелей или зубьев в древесину соединяемых элементов.

Сборку дощатых стропильных ферм на зубчатых пластинах с использованием подвесного пресса (рис. 8.13) ведут следующим образом. Скобу подвешивают через амортизатор на канат электротали грузоподъемностью до 30 кН. Перемещая тележку с гидроприводом вдоль соединяемого элемента, подводят скобу к месту запрессовки на сборочном столе, имеющем подставки, закрепленные на направляющих. Предварительно элементы ферм раскладывают и временно фиксируют. Сверху и снизу на места соединения укладывают зубчатые металлические пласти-



8.13. Подвесной пресс для сборки стропильных ферм с узлами на металлических зубчатых пластинах

1 — скоба пресса; *2* — амортизатор; *3* — электроталь; *4* — тележка; *5* — гидропривод

ны, подводят скобу и усилием до 450 кН сжимают собранный пакет.

Благодаря особой форме шипов, образуемой при штамповании пластинок, при вдавливании волокна древесины повреждаются незначительно. Скорость смыкания плит пресса 8 мм/с; размеры брусков и досок, соединяемых зубчатыми пластинами, от 160x40 до 160x100 мм. Габариты пресса со сборочным столом 18400x4700x2700 мм. Обработав всю ферму по периметру, пресс отводят, а готовую ферму отправляют на склад.

8.5. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПАЛУБКИ

Щиты разборно-переставной опалубки для монолитного железобетона изготовляют, прикрепляя к деревянному каркасу листы обшивки — палубы. Для крепления используют гвозди, шурупы, клей или комбинируют гвозди и шурупы с клеем. Каркас собирают из брусков обвязки и промежуточных продольных и поперечных ребер, образующих ячейки прямоугольной формы.

Расстояние между продольными и поперечными ребрами зависит от жесткости листов обшивки при изгибе. В направлении большей жесткости обшивки оно меньше, а в конструкциях щитов фанерной опалубки промежуточные поперечные ребра могут отсутствовать полностью благодаря высокой жесткости листов вдоль волокон рубашек. Если жесткость обшивки мала, например, при использовании тонколистовых пластиков, древесно-волокнистых и древесно-стружечных плит, то ячеистый каркас может быть заменен на сплошную или разреженную обрешетку из досок.

Конструкция каркаса зависит от характера передачи нагрузки на обшивку. При относительно равномерной нагрузке (бетонирование плит перекрытий) расстояние между продольными и поперечными ребрами устанавливают, исходя из допустимого прогиба обшивки в ячейке.

При бетонировании вертикальных элементов — колонн, опор, стенок — давление от бетона передается неравномерно по высоте. Нижние участки опалубки нагружены больше, чем верхние; неравномерность нагружения зависит от жесткости бетона, скорости бетонирования и интенсивности уплотнения бетонной смеси. Учитывая это, размер ячеек определяют по максимальным значениям нагрузки от бетона, а повышенный распор, передаваемый на нижние части щитов, компенсируют хомутами, стяжками, подпорками.

Для усиления каркаса щитов применяют металлические профили (преимущественно уголки), комбинируя их с деревянными элементами. При этом повышается надежность крепления соединительных деталей. Щиты такой опалубки имеют размеры от 600x1200 мм до 600x1800 мм. Их крепят натяжными крюками, пропускаемыми через схватку. Расход материалов указан в табл. 8.1.

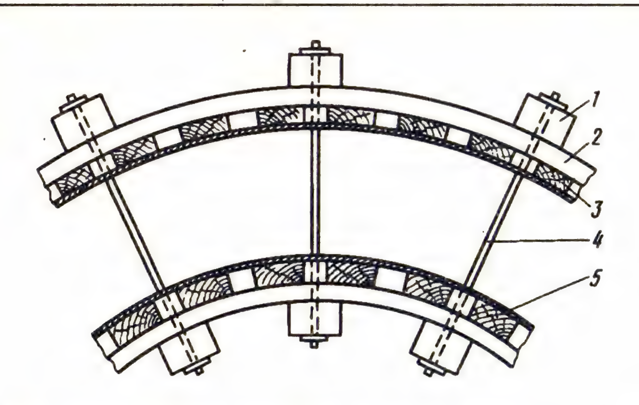
8.1. Расход основных материалов на изготовление опалубки

Элемент опалубки	Марка	Размеры элемента, мм		Расход		Масса элемента, кг
		длина	ширина (сечение)	древесины, м³	стали, кг	
Опалубка конструкции ЦНИИОМТП*						
	Щ-600-1,2	1200		0,04	5	23,4
Щит	Щ-600-1,8	1800	600	0,06	7	34,2
	Щ-600-2,4	2400		0,08	9	46,7
	Щ-600-3,0	3000		0,1	10	55,2
Схватка	С-4,2	4200		0,065	18	48
	С-3,6	3600		0,055	15	42
	С-3,0	3000	120x180	0,045	13	35
	С-2,4	2400		0,035	11	28
	С-1,3	1800		0,025	9	21
Опалубка системы Приднепровского Промстройпроекта						
Щит	ЩД-3	3000		0,09	10	55
	ЩД-2,4	2400	600	0,072	9	45
	ЩД-1,8	1800		0,054	9	36
	ЩД-1,2	1200		0,036	8	26
Схватка	С-7	6000		0,09	–	53
	С-3	3000		0,045	–	26
	С-2,4	2400	120x180	0,035	–	21
	С-1,8	1800		0,025	–	16
	С-1,2	1200		0,015	–	10

* На изготовление комплекта деревянной опалубки площадью 100 м² расходуется 6,8 м³ пиломатериалов и 193 кг стали.

Опалубка из стеклопластиков в зависимости от технологии ее изготовления (использования готовых листов, формования или напыления стекловолокна на обшивку) имеет различную конструкцию. Листовой стеклопластик крепят к деревянным или металлическим ребрам каркаса при помощи шурупов или винтов: изготовленные таким образом щиты стандартных размеров собирают в опалубку так же, как и фанерные.

При формовании стекловолокно, смешанное со смолой, напыляют на формы — матрицы и получают цельностеклопластиковые щиты. Жесткость последних обеспечивается контурными и промежуточными ребрами, составляющими единое целое с палубой. Для сборки в щитах высверливают отверстия или оставляют при напылении металлические закладные детали.



8.14. Криволинейная опалубка из гибких щитов

1 — стойка; *2* — схватка; *3* — обрешетка; *4* — стяжка; *5* — листовая обшивка

Трудоемкость изготовления щитов методом формования намного меньше, чем при изготовлении дощатой опалубки, поэтому даже при высоких ценах на смолу и стекловолокно цельностеклопластиковая щитовая опалубка (с учетом ее высокой оборачиваемости) может успешно конкурировать с дощатой.

При напылении стекловолокна со смолой на обшивку (древесно-волокнистые или древесно-стружечные плиты, фанеру) получают щиты повышенной жесткости. Лицевой слой из стеклопластика на рабочей поверхности значительно усиливает обшивку. Это позволяет использовать в качестве основы менее прочный и менее водостойкий материал, чем по проекту.

Опалубку для бетонирования криволинейных конструкций (рис. 8.14) собирают из гибких щитов, представляющих собой полосу листового материала шириной 500—600 мм, к которой гвоздями или шурупами прикреплены короткие доски или бруски, направленные вдоль образующей криволинейной поверхности и обеспечивающие жесткость опалубки по высоте. По краям щита и через каждые 400—600 мм по периферии на концах досок установлены кронштейны для соединения щитов между собой и крепления их к маячным стойкам.

Заданная кривизна при установке такой опалубки обеспечивается кружалами, выпиленными из досок, либо гибкими схватками из прутковой стали или труб, изогнутых по шаблону на трубогибочном станке. Кроме того, кривизна задается маяч-

8.2. Минимальные радиусы кривизны и шаг стоек в опалубке из фанеры

Толщина фанеры, мм	Радиус кривизны, мм	Шаг стоек, мм (при скорости бетонирования 1,5 м/ч)	
		наружных	внутренних
8	2000	450	600
10	3000	450	600
10	3500	500	700
12	4000	500	700
12	5000	700	800

Примечание. Волокна рубашек фанеры должны быть направлены по образующей криволинейной поверхности.

ными стойками, установленными с шагом (табл. 8.2), определенным по расчету. Расстояние между стойками в паре, определяющее (за вычетом толщины опалубки) толщину бетонируемой конструкции, фиксируется проволочными или прутковыми стяжками, воспринимающими распор от бетонной смеси и остающимися после окончания работ в бетоне. При бетонировании тонких стен резервуаров, оставлять в которых стяжки нельзя, распор от бетона должен восприниматься подкосами и распорками, а стяжки располагают выше уровня бетонирования.

Одно из основных требований к опалубке для сборных железобетонных изделий — точность ее изготовления. Класс точности зависит от материала, но главным образом — от конструкции опалубки. Конструкция должна быть надежной, простой, с меньшим числом стыков, замков и других разъемных соединений. Исходя из этих требований, рекомендуется применять неразъемную опалубку.

Точность стеклопластиковой опалубки обусловлена способом ее формования на матрице, обеспечивающим монолитность щитов, невосприимчивостью к увлажнению и почти полным отсутствием стыков и скреплений. В отличие от нее деревянная опалубка составлена из многих элементов (досок, брусков, планок), имеет много точек скрепления, быстрее разрушается при распалубливании и весьма чувствительна к увлажнению.

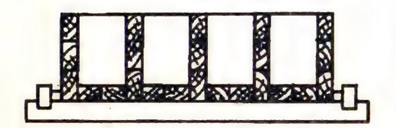
Эффективна опалубка из модифицированной древесины. Поскольку ее максимальное разбухание происходит через 10—12 ч, а схватывание бетонной смеси после укладки начинается через 2,5—3,5 ч, твердение бетона протекает при незначительных влажностных деформациях опалубки, практически не влияющих на точность размеров изготовляемых конструкций. Повышенная более чем в три раза по сравнению с натуральной твердость модифицированной древесины исключает размочали-

вание рабочих поверхностей, делает опалубку более стойкой к ударам, снижает сцепление бетона с древесиной (за счет уменьшения ее поверхностной пористости), повышает оборачиваемость. Вместе с тем хрупкость модифицированной древесины требует ограничивать применение механических средств ее крепления, оставляя предпочтительным склеивание, которое к тому же повышает точность изготовления опалубки и не исключает возможности пропаривания изделий в формах.

Опалубку из модифицированной древесины выполняют по нескольким вариантам, что связано с широкой номенклатурой сборных железобетонных изделий. Если при использовании натуральной древесины предпочтительно устройство неразъемной опалубки (для большего сохранения рабочих поверхностей), то модифицированная древесина допускает изготовление самых различных видов разборной опалубки — групповых и одиночных форм, бортоснастки, переносных форм, поддонов и т.п.

Борта и днище групповых форм, а также поддоны собирают из щитов, склеенных из досок «на кромку» (рис. 8.15). Отсутствие щелей в такой опалубке предотвращает утечку цементного молока из бетона; поверхность изделий становится более ровной, уменьшается возможность коробления щитов. Для склеивания досок щита «на кромку» рекомендуются водостойкие фенолоформальдегидные и резорциноформальдегидные клеи. Склеивание может быть осуществлено непосредственно в столярной мастерской при помощи клиновой запрессовки.

Если необходимы переносные формы, в том числе загружаемые в камеры пропаривания, целесообразно применение деревометаллических щитов, в которых металлические детали (уголки, швеллеры) служат для устройства шарнирных соединений, крепления захватных петель, а также являются элементами усиления самих щитов. Формы из листовых материалов конструируются по такому же принципу, как деревянные, только вместо дощатых щитов к каркасу крепят листы из фанеры или пластиков. Крепление выполняют на гвоздях, шурупах, винтах, а также на клее с гвоздями и шурупами. При выборе клеев должны быть учтены условия эксплуатации опалубки (на открытом воздухе




8.15. Групповая форма из дощатых щитов, склеенных «на кромку»

или в цехе, с пропариванием или без него). Для опалубки пропариваемых изделий можно применять только водостойкие клеи, желательно без кислого отвердителя, например резорциновые, алкилрезорциновые или фенольные горячего отверждения.

Фанеру применяют только водостойкую марки ФСФ, склеенную фенолформальдегидными клеями, или бакелизированную марки ФБС или ФБВ. Благодаря смоляной пленке на поверхности листов прочность фанеры после многократного пропаривания почти не снижается.

Скользящая деревометаллическая или фанерно-металлическая опалубка имеет каркас из уголков сечением 170х6; 140х3 или 28х3 мм, к которым вертикально прикреплены доски длиной 1180 мм. К ним на гвоздях и шурупах присоединяют листы водостойкой фанеры толщиной 10—12 мм. При сборке щиты опалубки соединяют в короба, размеры которых соответствуют бетонируемому объекту. Стык осуществляют уголковой накладкой с болтами М 16. Овальные отверстия в стыковых накладках позволяют изменять зазор между щитами от 0 до 10 мм для регулировки и подгонки размеров короба. Конструкция стыков позволяет собирать щиты из различных материалов — дерева, фанеры, металла. На сборку инвентарной скользящей опалубки с подъемными устройствами затрачивается около 1,5 чел.-дн на 1 м осевой длины стен; расход фанеры составляют 0,02—0,25 м^3.

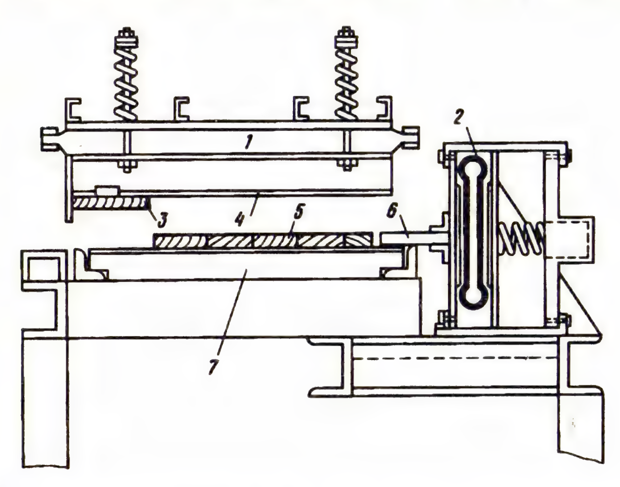
При устройстве деревянной скользящей опалубки узкие доски рабочей поверхности щита (клепки) прибивают к горизонтально направленным кружалам. Если контур бетонируемого объекта прямоугольный в плане, то для кружал используют цельные доски и брусья. Для криволинейных стен кружала сплачивают из нескольких слоев коротких досок и опиливают их по заданному контуру. При сборке опалубки кружала опирают на металлические уголки, приболченные к стойкам домкратной рамы, при помощи которой осуществляется подъем опалубки. Домкратная рама служит также для фиксации на определенном расстоянии наружного и внутреннего опалубочных щитов, которые стремятся раздвинуться под воздействием бокового давления бетона.

Доски скользящей опалубки должны иметь ширину 80—120 мм и толщину после строгания 22 мм. Доски выбирают без сучков, сколов, защепин и т.п. Для предотвращения разбухания и размолачивания доски пропитывают гидрофобными составами. В связи с дефицитностью хвойного пиломатериала рекомен-

дуется применять модифицированную лиственную древесину. Модификатор выбирают из условия не допустить значительной усадки древесины после пропитки и отверждения. Рекомендуются полиэфирмалеинаты и полиэфиракрилаты, полистирол и полиметилметакрилат.

Отвержденная пленка полимера на поверхности досок существенно снижает сцепление опалубки с бетоном, облегчает ее перемещение и устраняет влияние поверхностных дефектов — трещин, сколов, присучкового косослоя (завитков) на качество бетонирования. Модифицирование полимерами упрочняет кромки досок (фальцованных или шпунтованных), предохраняя их от сколов и влажностных деформаций. В ряде случаев целесообразно устройство клиновидных кромок, исключающих деформирование досок опалубки при набухании и усушке.

Деревянную инвентарную и щитовую фанерную опалубку изготовляют в деревообрабатывающих цехах по технологии панельных конструкций. Для точной подгонки досок палубы их обрабатывают на фрезеровальных станках, кромки шпунтуют или фальцуют. Склеивание досок и брусков по кромке осуществляют на щитонаборных агрегатах (рис. 8.16), в которых все



8.16. Пресс с высокочастотным нагревом для склеивания щитов по кромке

1 — шланг верхнего прижима; *2* — шланг бокового прижима; 3 — упор; 4 — верхний электрод; 5 — склеиваемый щит; 6 — нажимной палец; 7 — нижний электрод

операции — от намазки клеем заготовок до разрезки щитов на отдельные детали — механизированы. Быстрое склеивание достигается высокочастотным нагреванием ламповыми генераторами мощностью 10—15 кВт.

Набранные в щит доски и рейки подают в пресс вальцами, вращающимися со скоростью 1,5—9 м/мин. После выхода из вальцов к щиту прилагается боковое давление (до 0,5 МПа) пружинными, пневматическими и гусеничными сжимами. Торцовое давление, необходимое для склеивания реек встык или зубчатым шипом, обеспечивается подающими вальцами. Доски в щит можно склеивать простейшим способом при помощи клиновой запрессовки.

Технология изготовления фанерной опалубки и форм аналогична технологии ребристых панелей. Каркас выполняется из строганых досок или брусьев с расчетом, чтобы прогиб фанеры от давления бетонной смеси не превышал 2 мм. Каркас собирается на гвоздях с дополнительным укреплением его металлическими деталями (уголками, накладками, подъемными петлями). Фанера крепится к каркасу гвоздями, шурупами или приклеивается.

Глава 9. ЗАЩИТА КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ ОТ УВЛАЖНЕНИЯ, БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ И ВОЗГОРАНИЯ

9.1. ЗАЩИТА ОТ УВЛАЖНЕНИЯ

При увлажнении деревянные элементы конструкций деформируются (разбухают, усушиваются), в результате чего элементы коробятся, растрескиваются, а в клеевых соединениях возникают внутренние напряжения, снижающие их прочность и долговечность. Повышенная влажность древесины в конструкциях создает условия для поражения ее дереворазрушающими грибами.

Для защиты от набухания (коробления, растрескивания и т.п.) древесину пропитывают гидрофобными веществами или покрывают водостойкими лаками и красками. В качестве гидрофобных веществ опробованы минеральные и растительные масла, неполярные органические соединения и полимеры. При

обработке древесины растворами или расплавами этих веществ заполняется капиллярно-сосудистая система, ограничивается смачиваемость, в связи с чем скорость проникания влаги в древесину снижается. Однако такая обработка полностью не устраняет сорбционного увлажнения и, следовательно, не препятствует набуханию древесины.

Пропитка древесины в петролатуме обычно совмещается с высокотемпературной сушкой деревянных элементов. Не влияя существенно на прочность древесины, пропитка повышает ее сопротивление истиранию, загниванию и действию химически агрессивных сред. Несколько ухудшаются адгезионные свойства пропитанной древесины, однако склеивание возможно. При этом прочность склеивания карбамидным клеем достигает 5 МПа, что примерно на 20% ниже, чем при склеивании непропитанной древесины. Пропитанную древесину склеивают только холодным способом (во избежание вытапливания петролатума) и применяют для опор, стоек, щитов опалубки.

Пропитка расплавом серы. На установках, оборудованных теплоэлектронагревателями, через масляный теплоноситель разогревают серу до 140—150°С и погружают в нее пакеты деталей на 1,5—2 ч. Вначале из древесины испаряется влага, затем расплав заполняет поры и сосуды. Лучше пропитывается древесина лиственных пород — березы, осины; причем для более глубокой пропитки температура расплава на завершающей стадии понижается на 15—20°С. Скорость влагопоглощения древесины, пропитанной на 40—50% серой, снижается в 6—10 раз. Весьма эффективна пропитка серой фанерных элементов. Их прочность при скалывании возрастает в 1,8—2 раза, при статическом изгибе — в 1,6, объемное разбухание снижается в 1,6—2,4 раза. Древесину, пропитанную серой, можно склеивать феноло- и резорциноформальдегидными клеями. Для снижения горючести в серу добавляют хлортрифенилфосфат и окись сурьмы, что переводит пропитанную древесину в группу трудновоспламеняющихся материалов.

Пропитка кремнийорганическими полимерами. Благодаря высокой тепло- и термостойкости, способности химически связываться с древесиной кремнийорганические полимеры повышают сопротивление древесины возгоранию одновременно с гидрофобным действием. Такое сочетание свойств особенно ценно в клееных деревянных конструкциях, в которых необходимо снижать внутренние напряжения в клеевых швах путем

влагозащитной обработки древесины и одновременно защищать ее от огня. Древесина, пропитанная некоторыми кремнийорганическими соединениями, сохраняет способность склеиваться.

Пропитку древесины кремнийорганическими жидкостями (ГКЖ-10; ГКЖ-11 и др.) ведут в открытых ваннах при нормальном атмосферном давлении. Время пропитки 14—48 ч, температура высушивания пропитанных заготовок 20—60°С. Расход пропиточной жидкости 40—60 кг/м^3, глубина проникания в древесину 2—5 мм. После пропитки древесина приобретает желтый оттенок, что является недостатком способа в том случае, если необходимы декоративные свойства поверхности.

Ускорить отверждение кремнийорганических полимеров в древесине можно, применив для реакции водный раствор пропандиамина. Сначала древесину пропитывают этим реагентом, а затем кремнийорганической жидкостью ГКЖ-94 (полиэтилгидросилоксаном). Древесина, обработанная таким образом, обладает длительным водозащитным эффектом. При содержании пропандиамина 33% от массы полимера и температуре сушки 80°С с продолжительностью 5 ч водопоглощение пропитанной древесины за 20 сут вдвое меньше, чем у натуральной древесины.

Пропитка гидрофобными антисептиками. Большинство из них представляют собой растворы пентахлорфенола в легких нефтепродуктах с небольшой добавкой парафина. Растворитель подбирается так, чтобы поверхность пропитанных деталей можно было окрашивать масляными красками. Концентрация пентахлорфенола в растворе составляет не менее 5% по массе.

Гидрофобные антисептики полезно применять в тех случаях, когда древесина находится в условиях часто и быстро меняющейся влажности воздуха или переменных коротких периодов увлажнения и высыхания. Защиту можно проводить путем погружения деталей в раствор, кратковременной пропитки под вакуумом, а также путем поверхностного нанесения жидких составов на древесину.

Пропитка полиэтиленгликолем значительно повышает формоустойчивость древесины во влажной атмосфере и предупреждает образование наружных и внутренних трещин. При обработке могут использоваться сырые заготовки, которые вымачивают в 30%-ном (по массе) водном растворе полиэтиленгликоля с молекулярной массой около 1000. Продолжительность пропитки заготовок из лиственной древесины составляет 24—

40 дн., а из хвойной — 45—60 дн. при температуре раствора 24°С. При повышении температуры время пропитки может быть сокращено. Пропитанная полиэтиленгликолем древесина набухает не более чем на 0,5%, т.е. в десять раз меньше, чем натуральная. Механические свойства древесины при пропитке почти не изменяются. Пропитанную древесину можно строгать, шлифовать, сверлить, склеивать и окрашивать. Для склеивания пригодны карбамидные и фенольные клеи, а для окрашивания — полиуретановый лак.

Ацетилирование — это обработка древесины парами уксусного ангидрида или парами формальдегида с небольшим количеством паров азотной и соляной кислот. При необходимости обработки досок ацетилирование проводят под давлением. Пиломатериалы сечением до 5х15 см загружают в пропиточный цилиндр и обрабатывают сначала острым паром. Далее создают разрежение для подсушивания и вводят уксусный ангидрид в неполярном растворителе.

Процесс ацетилирования происходит при 100—130°С и давлении 1,05 МПа в течение 8—16 ч. Продолжительность обработки зависит от породы и влажности древесины. В результате ацетилирования разбухание древесины значительно сокращается, повышается стойкость к загниванию и поражению дереворазрушающими насекомыми. На открытом воздухе ацетилированная древесина почти не изменяет внешний вид и форму, в то время как необработанная древесина темнеет, покрывается трещинами и коробится.

Защита лакокрасочными покрытиями. Выбор покрытий достаточно широк — от масляных красок и олиф до синтетических эмалей и лаков холодной и горячей сушки. Деревянные конструкции сельскохозяйственных зданий или части конструкций, соприкасающиеся с бетоном, камнем, металлом, а также поверхности ограждений, обращенные в производственное помещение или подвергающиеся атмосферным воздействиям, рекомендуется покрывать пентафталевыми эмалями ПФ-115 и ПФ-133. Это суспензии сложных эфиров пентаэритрита и фталевой кислоты, модифицированных жирными кислотами растительных масел в смеси с пигментами, наполнителями, сиккативами и растворителями. Поставляются в готовом виде. Покрытия на основе пентафталевых эмалей атмосферостойки в условиях умеренного климата, эластичны, стойки к температурным колебаниям от -40 до +50°С. Для повышения блеска в эмали

добавляют пентафталевые лаки ПФ-170 или ПФ-171 (до 30% по массе). Они также могут использоваться самостоятельно как прозрачные покрытия.

Быстросохнущие перхлорвиниловые эмали ХВ-110, ХВ-124, ХВ-1100 представляют собой раствор перхлорвиниловой смолы в смеси органических растворителей с добавлением других смол, пластификаторов и пигментов. Покрытия на их основе атмосферостойки, прочны, эластичны, негорючи, фотоустойчивы, могут эксплуатироваться в диапазоне температур от -40 до +60°С. Для прозрачной отделки и водозащиты может использоваться перхлорвиниловый лак ХВ-784. Эмали наносят пистолетом-распылителем в два слоя, подсушивая первый слой при температуре 18—20°С в течение 2 ч, а второй — 24 ч. Расход эмалей составляет 0,11—0,16 кг/м^2.

Уретановая УР-49 и уретаново-алкидная УРФ-1128 эмали образуют на древесине глянцевые покрытия, обладающие высокой водо- и морозостойкостью. Однокомпонентная эмаль УР-49 отверждается влагой воздуха без добавления катализаторов при нормальной температуре. Такими же свойствами обладают уретановые лаки УР-293, УР-294, образующие прозрачные влагозащитные покрытия, устойчивые при эксплуатации конструкций под навесом и на открытом воздухе.

Хорошими защитными свойствами обладают краски и эмали, наполненные алюминиевой пудрой. Чешуйки алюминия образуют сплошную светоотражающую поверхность, не препятствуя влагообмену и воздухообмену древесины. Это преимущество порошка дополняется его водоотталкивающими свойствами, отсутствием разбухания и способностью отражать тепловые лучи. Детали, окрашенные алюминиевыми красками, воспламеняются значительно труднее неокрашенной древесины. Такими красками целесообразно покрывать клееные балки, фермы, панели стен, козырьки, навесы над платформами.

Распространенный материал для водоотталкивающих покрытий — натуральная и синтетические олифы. Их применяют в деревянном домостроении, для конструкций производственных сельскохозяйственных зданий. Однако со временем защитные свойства покрытий слабеют. Добавление к олифам смол и пигментов повышает стойкость покрытий. Хорошими защитными свойствами обладают олифы, например «оксоль». Клееные балки, покрытые олифой «оксоль», не расслаиваются на открытом воздухе и не коробятся, тогда как в балках без покрытия

дефекты появляются через 7—12 мес. Достаточно эффективно применение масляных красок на искусственной или натуральной олифе.

В помещения, где колебания относительной влажности воздуха не выходят за пределы 65—80%, для защиты конструкций рекомендуются прозрачные лаковые покрытия на основе алкидных и виниловых полимеров, хлорсульфированного полиэтилена и хлорированного каучука. Защитные составы представляют собой растворы указанных полимеров в органических растворителях — ксилоле, толуоле, сольвенте, циклогексане и др. Их рабочая вязкость, требуемая условиями пневматического распыления, находится в пределах 16—28 с по вискозиметру ВЗ-4, продолжительность высыхания в помещении при 18—23°С 2 — 48 ч.

9.2. ЗАЩИТА ОТ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

К биологическим повреждениям относится гниение (разложение древесины в результате жизнедеятельности грибов) и разрушение ее древоточцами — насекомыми и моллюсками. Наибольшую опасность представляют домовые грибы, разрушающие в древесине целлюлозу, лигнин и вызывающие деструктивную гниль. Другие грибы (плесневые, лесные) питаются только содержимым клеток, не снижая существенно прочности древесины. Для развития домовых грибов необходимы следующие условия: влажность древесины не ниже 18%, доступ кислорода воздуха, положительная (5—45°С) температура, повышенная (90—100%) влажность воздуха, отсутствие солнечного освещения, наличие слабокислой среды.

Конструктивная защита предусматривает создание условий, при которых влажность воздуха и его перемещение препятствуют развитию дереворазрушающих грибов. К конструктивной относится защита от конденсационного увлажнения. Так, при конструировании панелей стен необходимо, чтобы теплоизолирующий слой ближе примыкал к наружной (холодной) поверхности, а пароизолирующий — к внутренней. При необходимости сквозного пропуска через толщу ограждения металлических (теплопроводных) связей обязательна теплоизоляция их с холодной стороны. В панелях покрытий рекомендуется оставлять воздушную прослойку со стороны кровельного материала или делать продухи в ребрах каркаса.

Для предохранения от загнивания досок пола или плитных материалов, укладываемых близко к грунту или на песчаную подушку, необходимо проветривать подполье, применять сухие материалы основания или устраивать сплошной пароизолирующий слой. В дощатых перекрытиях следует устраивать продухи, а концы балок, вставляемые в гнезда, обмазывать или обертывать гидроизоляционными материалами и укладывать с зазором не менее 3 см между стенкой гнезда и торцом. В чердачных покрытиях во избежание конденсата на несущих конструкциях необходимо, чтобы теплый воздух из помещения не проникал через перекрытие.

Химическая защита предусматривает применение антисептиков. Их подразделяют на водорастворимые, растворимые в легких органических растворителях, растворимые в маслах и тяжелых нефтепродуктах. По вымываемости защитные средства делят на легковымываемые, вымываемые, трудновымываемые, невымываемые. К легковымываемым водорастворимым антисептикам относятся кремнефтористый аммоний, фтористый натрий и препарат ББ, содержащий, %: буру техническую 50—60; борную кислоту 40—50; пентахлорфенолят натрия — до 1. Антисептики представляют собой светлые порошки, растворимые в теплой воде до 18—24%.

Водорастворимые лекговымываемые антисептики не имеют запаха, не окрашивают древесину, не препятствуют ее склеиванию и окрашиванию. Вызывают коррозию черных металлов.

В группу водорастворимых вымываемых антисептиков входят пасты, содержащие фтористый натрий (препараты ФН-П и ПАЛ-Ф), кремнефтористый аммоний (препараты ПАЛ-КФЛ и ПЛ-КФА-КД). Пастообразующим компонентом служит каолин, связующим — каменноугольный лак, дивинилстирольный латекс. Составы с латексом придают древесине светлую окраску, не препятствуют склеиванию и окрашиванию, не имеют запаха. Паста ФН-П, содержащая каменноугольный лак, загрязняет поверхность древесины, придает ей запах, препятствует склеиванию и окрашиванию. Пастообразные антисептики вызывают коррозию черных металлов.

К водорастворимым вымываемым антисептикам относятся традиционно применяемые кремнефтористый натрий КФН и пентахлорфенолят натрия в смеси с кальцинированной содой (препарат ГР-48-11ПС). КФН труднорастворим в воде (растворимость 0,65%), не окрашивает древесину, не имеет запаха,

допускает склеивание и окрашивание древесины. ГР-48-11ПС более растворим в воде (20%), придает древесине слабый запах, который со временем исчезает. Оба препарата вызывают коррозию черных металлов.

Группу водорастворимых трудновымываемых антисептиков образуют комплексные препараты, содержащие хлористый цинк, бихроматы натрия или калия (препараты ХХЦ и ХМХЦ), медный купорос в смеси с бихроматами натрия или калия, а также кремнефтористый натрий (препарат ХМК) или фтористый натрий (препарат ХМФ); пентахлорфенолят натрия с бурой и борной кислотой (состав ППБ) или с бурой и содой кальцинированной (ПБС).

Эти антисептики, за исключением ППБ и ПБС, слегка окрашивают древесину в желто-зеленый цвет, несколько снижают ее прочность, ухудшают условия склеивания и покраски, вызывают коррозию черных и некоторых цветных металлов. Эффективен комплексный невымываемый антисептик ХМББ, содержащий бихромат натрия или калия, медный купорос, буру, борную кислоту. Этот состав хорошо растворим в воде (5—11%), не имеет запаха, незначительно корродирует сталь, окрашивает древесину в зеленоватый цвет, не препятствует склеиванию и окрашиванию древесины.

Комплексные огнебиозащитные составы обладают повышенной устойчивостью к атмосферным осадкам. Они повышают долговечность деревянных конструкций и элементов памятников зодчества, создавая защитную оболочку, но не изменяя характерных свойств самой древесины (прочности, паропроницаемости, водопоглощения и др.). Составы содержат фтористые соединения, обладающие антисептическими и антипиренными свойствами и хорошо проникающие в древесину. Они надежно предохраняют древесину за счет перемещения защитного раствора под действием диффузионно-осмотических сил и частично укрепляют поверхностный слой древесины.

Для поверхностной обработки свежеизготовленных деревянных элементов в ремонтируемых объектах предлагается использовать новые антисептики: К-1, ТМ, Бокит, ЭОК и др. К-1 — это прозрачная жидкость от светло-желтого до светло-коричневого цвета. Содержит органические соединения алифатического ряда. Поставляется в виде 25%-го концентрата. Применяется в виде 1—3%-ного водного раствора. Препарат ТМ на основе тиокарбамида — порошок белого цвета. Растворя-

ется и наносится в подогретой воде. Бокит содержит производные тиокарбаминовой кислоты и соединения бора. Порошок белого цвета, без запаха, хорошо растворим в воде. ЭОК — порошок на основе щелочных солей карбоновых и неорганических кислот с технологическими добавками, обеспечивающими стабильность рабочих растворов (рекомендуемые концентрации 5—10%).

Органорастворимые антисептики и масла. К растворимым в легких органических растворителях относятся препараты пентахлорфенола (ПХФ) и нафтената меди (НМ).

Пентахлорфенол представляет собой кристаллическое вещество желтовато-серого цвета, обладающее высокой токсичностью по отношению к дереворазрушающим грибам и насекомым — древоточцам. Химически пентахлорфенол достаточно инертен, нелетуч, в воде практически нерастворим. Растворы пентахлорфенола в растворителях нефтяного происхождения и маслах применяют для пропиток столярных изделий, элементов специальных сооружений. Нафтенат меди представляет собой массу зеленого цвета или порошок, растворимый в керосине, сольвенте, мазуте. Рабочая концентрация раствора 5%. Пропитанная нефтенатом меди древесина приобретает зеленый цвет и плохо поддается отделке и окрашиванию.

При пропитке пентахлорфенолом в растворителе древесина несколько темнеет, но не теряет эстетической привлекательности; она приобретает водоотталкивающие свойства, не вызывает коррозии металлов. При растворении пентахлорфенола в маслах древесина приобретает запах растворителя, в случае растворения нафтената меди в маслах — запах мыла.

К антисептикам-маслам относят сланцевое масло СМ, каменноугольное КМ, антраценовое АМ. Каменноугольное и сланцевое масла — продукты переработки каменноугольных смол (коксования и полукоксования). Это темно-коричневые жидкости с резким запахом, токсичные, гидрофобные, не снижающие механических свойств древесины. Сланцевое масло — продукт переработки горючих сланцев; по токсичности уступает каменноугольному маслу и легче вымывается. Масла окрашивают древесину в темный цвет, придают ей устойчивый запах, препятствуют склеиванию и окрашиванию. Допустимы только для защиты конструкций, эксплуатируемых в грунте.

Высоким защитным действием против домовых грибов обладает антисептик на основе побочных продуктов производст-

ва присадки «ионол». В его состав входит низкомолекулярный полиизобутилен, лизолы, ионол и летучие органические жидкости. На поверхности пропитанной древесины образуется защитная пленка из лизолов и ионола, а растворитель улетучивается без дополнительной сушки. Древесину, обработанную антисептиком «ионол», можно склеивать и окрашивать. Антисептик не вызывает коррозии металлов; пропитанная им древесина не имеет запаха и не выделяет вредных веществ. Антисептик «ионол» рекомендуется для защиты деревянных элементов мостов, градирен, перекрытий, шпал.

Способы антисептирования. Древесину антисептируют пропиткой под давлением в цилиндрах, пропиткой в горяче-холодных ваннах, окунанием в растворы, покрытием пастами, поверхностной обработкой. Под давлением древесину пропитывают способами полного поглощения и ограниченного поглощения. Первый способ применяют при пропитке водными антисептиками. Сначала в цилиндре создают разрежение до 80—85 кПа, затем подают пропиточный раствор и поднимают давление до 0,8—1,4 МПа. По способу ограниченного поглощения древесину пропитывают маслянистыми антисептиками. В цилиндре создают давление 0,2—0,4 МПа. Затем подают антисептик и поднимают давление до 0,8—1,4 МПа. В конце пропитывания создают вакуум, освобождающий древесину от избыточного антисептика.

Пропитку способом «прогрев — холодная ванна» применяют для клееных деталей, столярных изделий и элементов сборного домостроения. Пропитку проводят различными способами — в одной ванне с быстрой сменой горячего раствора холодным или в двух ваннах с переносом древесины или с перекачкой растворов из одной ванны в другую. Температура горячей ванны 90—100°С, холодной 40—50°С. Антисептик впитывается на глубину 5—12мм. Для увеличения глубины пропитки некоторых изделий (шпал, стоек, свай и т.п.) на них делают наколы специальным приспособлением на глубину 5—20 см с шагом 10—40 мм. При пропитке изделий по способу «прогрев — холодная ванна» необходимо, чтобы клееные изделия находились в готовом виде, т.е. были построганы, имели необходимые по проекту отверстия, пазы, врезки и т.п. Таким способом обрабатывают, например, клееные пролетные строения деревянных мостов.

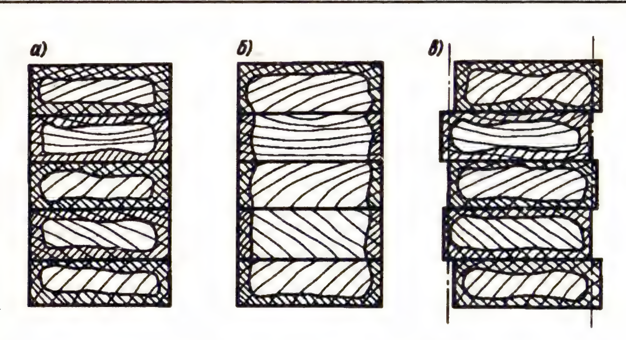
Способом «прогрев — холодная ванна» не рекомендуется пропитывать изделия, склеенные мочевиноформальдегидными

клеями, так как в горячем растворе может происходить деструкция клеевой прослойки. Способ «прогрев — холодная ванна» допускает использование маслянистых антисептиков и обработку изделий, склеенных фенольными клеями.

Пропитка клееных элементов и конструкций имеет ряд особенностей в отличие от цельнодеревянных. Прежде всего, допускается пропитывать изделия, склеенные только водостойкими феноло- или резорциноформальдегидными клеями. Изделия, склеенные мочевиноформальдегидными клеями, можно пропитывать водорастворимыми антисептиками только при условии, что температура пропитки и сушки не будет превышать 70°С. С учетом этого практикуется защитная обработка клееных фанерных конструкций, ворот промышленных зданий, щитовых дверей, кровельных панелей.

Эффективность пропитки зависит от соотношения поверхности и объема пропитываемых изделий. Поэтому легче пропитывать фанерные элементы, чем клееные дощатые. Лучшая проницаемость фанеры объясняется еще и тем, что ее клеевые швы тоньше, чем в дощатых элементах (0,1—0,2 мм против 0,3—0,6 мм). От защитных составов требуется, чтобы они не вызывали коррозию соединительных металлических частей конструкции и не препятствовали окраске пропитанной древесины. Недостаток защитных составов, содержащих воду, — необходимость последующей сушки клееных элементов, в результате которой в них образуются трещины. Помимо пропитки целых изделий в производстве клееных деревянных конструкций практикуется пропитка досок (заготовок) с последующей их склейкой. Такой способ применяют для обработки криволинейных конструкций сложной формы, которые невозможно поместить в пропитанные цилиндры или ванны. При одинаковой примерно глубине проникания антисептика в древесину склеивание конструкций из пропитанных досок выгоднее тем, что в сечении оказывается больше пропитанного материала, чем при обработке готового клееного пакета (рис. 9.1, *а*, *б*). Антисептирование досок вместо целого изделия позволяет применять малогабаритное пропиточное оборудование, облегчает транспортирование, сушку и складирование пропитанных заготовок, упрощает их механическую обработку.

Недостатком защитной обработки заготовок вместо целого изделия является снижение качества склеивания из-за отрицательного влияния антисептиков на клей, необходимость тща-



9.1. Распределение пропитанной древесины в клееном изделии
а — при склеивании досок после пропитки; *б* — то же, до пропитки; *в* — при острожке неровно собранного и склеенного пакета из пропитанных досок

тельной сушки антисептированных досок и выправления их покоробленности после сушки, т.е. вторичная острожка. При этом удаляются наиболее полно пропитанные слои древесины. То же происходит при острожке склеенного пакета, в котором имеются «свесы», т.е. выступающие за габариты сечения кромки досок (рис. 9.1, *в*). При склеивании пропитанной древесины требуются более длительная запрессовка и повышенное давление для получения удовлетворительного качества клеевого соединения.

Пропитанную древесину склеивают холодным способом, так как многие антисептики разлагаются при повышенной температуре. При этом некоторые из них, содержащие соединения хлора, ртути, мышьяка, при нагревании выделяют ядовитые пары. Поскольку водорастворимые антисептики гигроскопичны, то разрыв между окончанием сушки и нанесением клея на доски должен быть возможно короче. Древесина, пропитанная маслянистым антисептиком, должна склеиваться не позже чем через 8 ч после строжки, пока не произошло выделение антисептика на поверхность заготовки. Среди водорастворимых антисептиков, пропитка которыми не препятствует доброкачественному склеиванию древесины, наиболее перспективен пентахлорфенолят натрия. К его достоинствам относится хороший защитный эффект, совместимость со многими клеями, способность сохранять натуральный цвет древесины после пропитки.

Оконные и дверные блоки, каркасы панелей, пояса и элементы несущих конструкций, эксплуатируемых внутри поме-

щений, антисептируют методом кратковременного (3—5 мин) погружения в растворы. Для обработки применяют антисептики, не вызывающие разбухания древесины, сохраняющие ее способность к окраске, например растворы пентахлорфенола в легких нефтепродуктах. Для обеспечения необходимого защитного эффекта растворы подогревают, а древесину хорошо высушивают. Метод погружения неудобен тем, что требуется дополнительная ванна для стекания раствора и установки для возвращения его в основную ванну.

Защитная обработка клееных деревянных деталей методом погружения значительно ускоряет процесс склеивания. Для этого собранные на клею и запрессованные в пакет заготовки на 1—2 ч погружают в горячий (150°С) петролатум, содержащий в качестве антисептика пентахлорфенол. Этим способом склеивают изделия из лиственных пород древесины. Пропитываясь петролатумом, они приобретают повышенную формоустойчивость. Такой способ применим для изготовления элементов опор и стоек, опалубки, деталей цоколя, конструкций животноводческих построек.

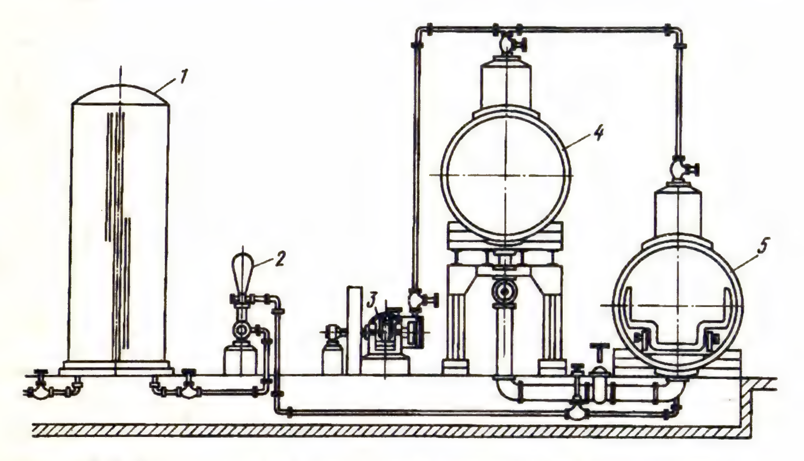
Для склеивания применяют клеи горячего отверждения без кислого катализатора или с ограниченным его содержанием. Благодаря этому исключается вредное действие кислот на древесину. Так как в пакете, погруженном в горячую жидкость, развиваются пластические деформации, давление запрессовки регулируется пружинными компенсаторами для поддержания его на заданном уровне. После извлечения из ванны изделия еще некоторое время выдерживают в цехе в запрессованном состоянии для погашения внутренних напряжений. Стоимость склеивания изделий этим способом на 40—50% ниже, чем холодным с последующим антисептированием.

Крупногабаритные конструкции (стойки, сваи, поры, балки и т.п.) можно антисептировать методом вымачивания, который отличается от погружения тем, что пропитка древесины длится несколько дней или даже недель. По объему поглощаемого антисептика этот способ близок пропитке под давлением, но его производительность мала. Поэтому вымачивание ограничивают недельным сроком, учитывая, что интенсивное поглощение раствора идет в первые 2—3 дня. Если древесина хорошо просушена, то за этот срок поглощается 65—95 кг/м^3 неводного раствора. Конструкции вымачивают в бетонных, кирпичных или деревянных (агрессивные растворы хлористой ртути и сульфата

меди) емкостях, снабженных устройствами для прогрева, контейнерами и подъемно-транспортным оборудованием.

Поверхностную обмазку кистями или опрыскиванием из краскопультов применяют для небольших партий материала. Для защиты отдельных частей конструкций рекомендуется обработка пастами, основанная на диффузионном принципе пропитки. Пасты представляют собой составы сметанообразной консистенции, состоящие из антисептика, клеящего компонента, армирующей добавки. Клеящими компонентами могут быть сульфитные щелоки, битум, латекс, глина, каменноугольный лак и др. Пасты наносят на поверхность кистями, вальцами, гидропультами. Пастами обычно обрабатывают опорные части конструкций.

Пропитка древесины под давлением. При этом используют установки, включающие пропиточный цилиндр (автоклав), запасной или маневренный цилиндр, мерники, жидкостные и воздушный насосы, баки для приготовления раствора, нагревательные устройства, трубопроводы (рис. 9.2). Длина пропиточных цилиндров может быть до 50 м, диаметр — до 2,85 м. Внутри цилиндра проложен рельсовый путь для подачи и выгрузки вагонеток с изделием. Цилиндры устанавливают с уклоном 2,5% в сторону стока пропиточных жидкостей. Загру-



9.2. Установка для пропитки древесины под давлением

1 — мерник; *2* — жидкостной насос; *3* — воздушный насос; *4* — маневровый цилиндр; *5* — пропиточный цилиндр или автоклав

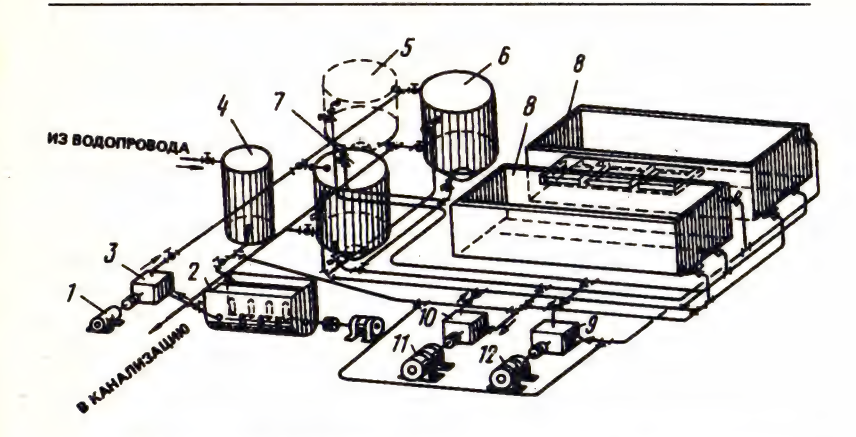
женные цилиндры герметически закрывают крышками на болтах с прокладками с помощью ручных ключей или механических гайковертов.

Для нагревания пропиточных растворов по днищу цилиндра между путями для вагонеток монтируют паровые змеевики. Наилучшим является змеевик с двойными трубами — одна внутри другой. Пар разводится от центра цилиндра по внутренним трубам и возвращается к центру по наружным. Рабочие растворы приготовляют в смесителях, снабженных приспособлениями для размешивания антисептиков. Это могут быть перфорированные трубы, расположенные в днище бака. Через трубы подается воздух, который перемешивает антисептик с водой. В небольших и средних смесителях применяют лопастные мешалки. Для растворения используют также циркуляционные насосы.

Мерники, представляющие собой высокие узкие цилиндры с поплавками или водомерными стеклами, предназначены для контроля расхода пропиточного раствора. Насосы для перекачки растворов служат также и для повышения давления в цилиндрах. Вакуум-насосы предназначены для понижения давления.

Пропитка способом «прогрев — холодная ванна». Используются две теплоизолированные ванны из листовой стали (рис. 9.3), снабженные крышками. На две ванн расположены паровые трубы для подогрева раствора. Ванны соединяются лотком для переливания раствора. Для приготовления растворов используют бак-мерник и лопастную мешалку. Кроме того, имеются баки для хранения готовых растворов — горячего и холодного, центробежные насосы для подачи готового раствора в баки и насосы для перекачки раствора из баков в ванны и обратно. Загрузка изделий в ванны производится в контейнере. Помещенный в ванну контейнер заливают горячим раствором и после определенного времени выдержки вытесняют горячий раствор холодным (снизу). Вытесняемый раствор переливают через лотки в соседнюю ванну, куда заранее помещен другой контейнер.

Деревянные каркасы антисептируют на установках, включающих цепной конвейер с подвесками, застекленную камеру с приямком, ванну для пропитки, ванну для стекания раствора и сушильную камеру (рис. 9.4). Когда подвешенные каркасы оказываются над приямком, конвейер автоматически останавливается, выдвигается пропиточная ванна и каркасы погружаются



9.3. Установка для пропитки клееных изделий по методу «прогрев — холодная ванна»

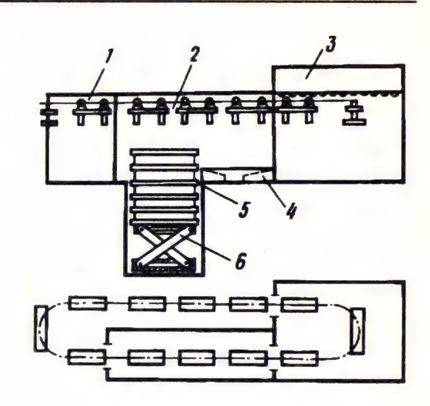
1, *11*, *12* — электродвигатель; *2* — лопастная мешалка; *3* — центробежный насос для подачи раствора в баки; *4* — бак-мерник; *5* — бак для охлаждения теплого раствора; *6*, *7* — баки для хранения раствора (горячего и холодного соответственно); *8* — ванна с контейнерами; *9* — насос для откачки теплого раствора из первой ванны; *10* — центробежный насос для подачи растворов (горячего и холодного) в первую ванну

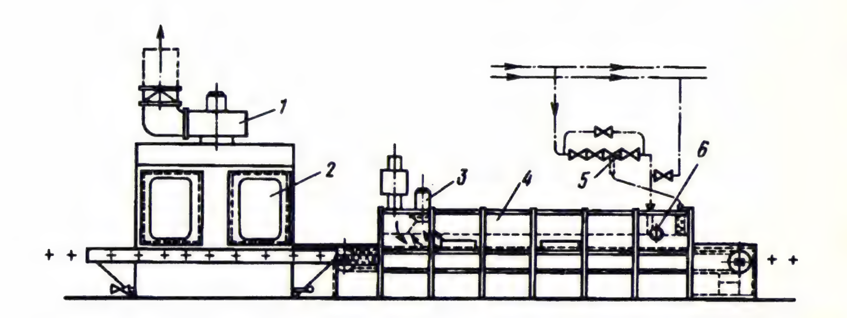
в нее на полную глубину на 20 мин. Затем ванна опускается, конвейер еще раз перемещается и каркасы оказываются над ванной стекания (20 мин). На следующем этапе каркасы поступают в сушильную камеру, где находятся 70 мин при 80°С.

Антисептирование методом распыления применяют для обшивки из фанеры или древесно-волокнистых плит. Установка состоит из распылительной кабины, сушильной камеры и системы конвейеров (рис. 9.5). В распылительной кабине расположен поршневой насос, устройство для забора антисептика, распылительное устройство, гидрофильтр для очистки воздуха от частиц антисептика и узел управления распылителем. Места приклейки каркаса закрываются шаблоном, чтобы на них не попадал раствор. Антисептические растворы на листовые детали могут быть также нанесены клеевыми вальцами. Для антисептической обработки труднодоступных мест конструкций (отверстий, пазов, врезок и т.п.) используют ручные шприцы. В комплект входит бачок объемом 3—4 л, шланг, несколько насадок различной конфигурации. В бачке смонтирован ручной насос для подачи раствора под давлением.

9.4. Установка для антисептирования деревянных каркасов трехслойных панелей

1 — цепной конвейер; *2* — пропиточная камера; *3* — сушильна камера; *4* — ванна для стекания раствора; *5* — подъемная ванна для пропитки; *6* — подъемный механизм

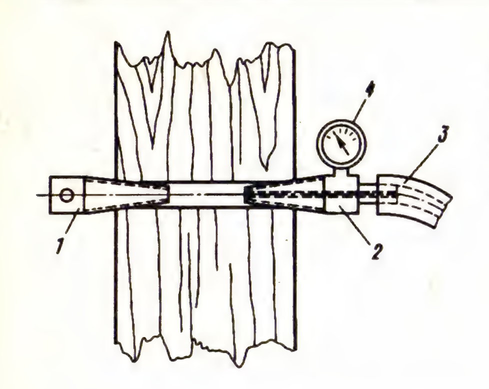




9.5. Линия антисептирования фанерных обшивок для трехслойных панелей

1 — вентилятор с гидрофильтром; *2* — камера распыления антисептика; *3* — вентилятор; *4* — сушильная камера; *5* — узел автоматической регулировки; *6* — термометр

Для обработки болтовых отверстий маслянистыми антисептиками (водорастворимые недопустимы из-за коррозионного действия) применяют приспособление, позволяющее осуществить пропитку под давлением (рис. 9.6). В комплект входит глухая пробка, полая коническая пробка с манометром и патрубком для шланга, бачок с раствором, ручной насос. Приспособление позволяет обрабатывать как сквозные, так и глухие отверстия. По другому способу в отверстия деревянных элементов вставляют капсулы, заполненные жидким антисептиком. Затем с помощью деревянных пробок капсулы раздавливают и вытекающий антисептик пропитывает зону отверстия.



9.6. Приспособление для антисептической обработки болтовых отверстий

1 — глухая коническая пробка; *2* — полая коническая пробка; *3* — рукав; *4* — манометр

Защита деревянных элементов от вредителей — насекомых и моллюсков. Насекомые могут повреждать как растущее дерево, так и срубленную древесину, оставляя в ней многочисленные ходы или полностью разрушая древесную ткань. К числу вредителей, поражающих растущее дерево, относятся жуки-усачи, элатки, рогохвосты. Личинки этих насекомых остаются в лесоматериалах и продолжают свою деятельность в конструкциях вплоть до вылета взрослых жуков. Однако нового заражения не происходит, так как для питания личинок нужна свежая сырая древесина.

К числу технических вредителей древесины наземных деревянных конструкций относятся жуки-точильщики (мебельный и домовый), жуки-корабельщики, усачи, термиты, а подводных морских сооружений — корабельные черви. Разрушают древесину, в основном, личинки жуков. Как и грибы, личинки древоточцев требуют для развития определенных условий — доступа воздуха, положительной температуры, ограниченного содержания смолистых веществ.

Для предохранения от заражения лесоматериалов территория склада должна быть очищена от коры, травы, мусора, а поверхность земли полита 10%-м раствором железного купороса. Сушку желательно производить при температуре выше 80°С. В случае заражения рекомендуется окуривать пиломатериалы газами (сероуглеродом, хлорпикрином) в специальных камерах, наносить водный раствор фтористого натрия. Сильное действие оказывают каменноугольное (креозотовое) и антраценовое масла, керосин, скипидар, фенол, деготь, нафталин. Эти вещества в различных комбинациях наносят на поверхность деревянных

конструкций малярными кистями или при помощи распылителя с расходом 300—500 г/м². Для борьбы с термитами пропитывают древесину нефтепродуктами, атраценовым маслом, пентахлорфенолом. Основной метод борьбы с морскими древоточцами — глубокая пропитка древесины антраценовым или сланцевым маслом в смеси с пентахлорфенолом, смесью пентахлорфенола и оксидифинила в органических растворителях. Хорошие результаты дает также обработка древесины нафтенатом меди в органических растворителях при содержании меди в растворе не менее 3%.

9.3. ЗАЩИТА ОТ ВОЗГОРАНИЯ

Конструктивные меры заключается в рациональной планировке помещений и выборе оптимальных параметров сооружения. Ограничивается, например, число этажей и площадь зданий с конструкциями из древесины. Специальные противопожарные стены (брандмауэры) должны делить здания на отдельные помещения. Воздушные прослойки в конструкциях покрытий рекомендуется разделять на отсеки диафрагмами из асбестоцементных листов и других негорючих материалов для снижения подсоса воздуха при пожаре. При печном отоплении (например, в сборных деревянных зданиях) необходимо предусматривать разделки между дымоходом и деревянными конструкциями.

Конструктивные меры дополняют оштукатуриванием или прибиванием тонких листов асбестоцемента. Практикуется также наклейка на конструкции алюминиевой свето- и теплоотражающей фольги или негорючих полимерных пленок.

Оштукатуривание поверхности и облицовка древесины асбестоцементными листами — один из надежных способов получения трудносгораемых конструкций. В частности, покрытие листами по огнезащитному эффекту не уступает цементной штукатурке.

Химические средства защиты — это различные обмазки, огнестойкие краски и пропиточные составы на основе низкомолекулярных и высокомолекулярных соединений. Обмазки предназначаются для деревянных конструкций, защищенных от непосредственного атмосферного воздействия. Их приготовляют на рабочем месте и наносят кистью в два приема с

интервалом 12 ч. На 1 м^2 обрабатываемой поверхности расходуется 1,2—1,5 кг антипирена. Обмазками покрывают деревянные конструкции, не требующие окраски (стропила, прогоны и т.п.).

Химические средства защиты древесины от огня включают различные составы, растворимые водой, для глубокой и поверхностной пропитки; окрасочные составы; полимерные модификаторы. Для глубокой пропитки древесины рекомендуются составы, включающие (% по массе. кроме воды): диаммонийфосфат — 7,5, сульфат аммония — 7,5, фтористый натрий — 2 (состав МС 1:1); диаммонийфосфат — 6, сульфат аммония — 14, фтористый натрий — 1,5 (состав МС 3:7). Вода для растворения берется в количестве 83 и 78,5% по массе. Древесина, пропитанная этими составами при поглощении чистого антипирена 50—66 кг/м^3, относится к трудносгораемым материалам.

Составы МС 1:1 и МС 3:7, обладая высоким огнезащитным эффектом, проявляют также свойства антисептиков. Эти и подобные им составы называют огнебиозащитными. Пропитка составами МС 1:1 и МС 3:7 не изменяет цвет древесины, но снижает ее прочность: при сжатии, скалывании вдоль волокон, поперечном изгибе — на 10%, при ударном изгибе — на 40%. Контакт пропитанной древесины с металлом может вызвать его коррозию. Составы легко вымываются из древесины; поэтому рекомендуются для защиты конструкций, эксплуатируемых в среде с относительной влажностью воздуха не выше 80%, а также в условиях, исключающих контакт древесины с водой.

Еще один препарат для глубокой пропитки ББ-11 содержит (% по массе): буру техническую — 10, борную кислоту — 10, воду — 80. Препарат применяется для огнезащиты древесины при поглощении сухой соли не менее 50 кг/м^3; хорошо проникает в древесину, не изменяет ее цвета, не препятствует склеиванию и скрашиванию; повышает прочность древесины на сжатие вдоль волокон и поперечный изгиб, но снижает сопротивление ударному изгибу; обладает свойствами антисептика; безопасен для людей и животных; допускает контакт пропитанной древесины с металлом. Для предотвращения влияния конденсационной влаги древесину, пропитанную водорастворимыми составами, рекомендуется дополнительно окрашивать.

Разработан огнебиозащитный препарат ХМХА, включающий компонент направленного действия: бихромат натрия, сульфат меди и хлорид аммония в соотношении от 1:1:2 до 1:1:12.

Препарат высокоэффективен как антипирен и достаточно устойчив к вымыванию. Огнезащитным эффектом обладает препарат МБ-1, включающий (% по массе): медный купорос — 2,7, буру — 3,6, углекислый аммоний — 5,3, борную кислоту — 3,4, воду — 85. Его расход при пропитке 60 кг/м^3 сухих веществ окрашивает древесину в светло-зеленый цвет.

Огнезащитным эффектом обладают многие неорганические и органические соединения фосфора. Для пропитки древесины предлагается препарат ТХЭФ, состоящий из трихлорэтилфосфата, растворенного в четыреххлористом углероде в соотношении 2:3. При глубокой пропитке расход этого антипирена 60 кг/м^3. Цвет древесины не меняется, прочность не снижается, коррозии металлов не происходит.

Составы для глубокой пропитки препятствуют самостоятельному горению древесины, уменьшают распространение огня от внешних источников, повышают предел огнестойкости (для элементов сечением 120х120 мм — на 5 мин), переводят древесину в группу трудносгораемых материалов.

При подготовке растворов концентрация их контролируется ареометром и сравнивается по плотности с эталонными растворами (при 20°С). Распределение солей по объему пропитываемых элементов контролируется по приращению массы и химическими индикаторами. Для аммонийных солей индикатором служит 4%-ный раствор основного бензидина в 15%-й уксусной кислоте, вызывающий потемнение хорошо пропитанных мест. Для борных составов индикатором служит раствор куркумина.

Количество вводимого раствора определяется контрольной пропиткой древесины по увеличению массы элемента. Обычно масса заготовок увеличивается на 50—70%, что соответствует поглощению сухих солей до 75 кг/м^3. Пропитанные раствором детали сушат при температуре, не превышающей +70°С (для предотвращения разложения солей). При этом заготовки располагают так, чтобы они не соприкасались с металлическими частями сушильной камеры. Сушка заканчивается при достижении влажности древесины 10—12%.

Огнезащита клееных изделий. Древесина, антипирированная солями, во многих случаях пригодна для изготовления клееных изделий. Однако на прочность склеивания отрицательно влияют концентраты соли, содержащиеся на поверхности элемента. Для улучшения условий склеивания этот концентрат

смывают теплой водой, затем просушивают поверхность. Количество соли на поверхности также регулируют смыванием ее дистиллированной водой, нагретой до 70°С. Оно не связано прямо с количеством соли, содержащимся в объеме древесины.

Для клееных деревянных конструкций чаще бывает выгоднее поверхностная пропитка антипиренами. Она затрудняет распространение пламени по поверхности, облегчает тушение пожара, а в ряде случаев исключает возможность его возникновения. Основными компонентами составов для поверхностной пропитки служат диаммонийфосфат, сульфат аммония (состав МС) или углекислый калий (состав ПП). Их содержание в водном растворе составляет 25% по массе. Для лучшего смачивания поверхности добавляют керосиновый контакт или некаль — 3% по массе.

Состав МС легко вымывается из древесины, поэтому не рекомендуется для защиты конструкций, увлажняемых при эксплуатации или находящихся в воздухе с относительной влажностью выше 80%. Состав не вызывает коррозии металлов, но ухудшает условия склеивания и окрашивания пропитанной древесины. Состав ПП, так же как и МС, легко вымывается, но не препятствует окрашиванию древесины. В отличие от состава МС состав ПП не обладает биозащитными свойствами. Без дополнительной влагозащиты древесина, пропитанная составом ПП, может применяться только в сухих помещениях.

Огнезащитные краски. Применяют органосиликатные, перхлорвиниловые, фосфатные, кремнийорганические краски. По эксплуатационным признакам они разделяются на атмосферостойкие, допустимые к применению на открытом воздухе и водостойкие, применяемые для обработки древесины в конструкциях закрытых помещений. При нанесении красок на конструкции влажность древесины должна быть не более 20%, а температура воздуха — не менее 10°С. Краски наносят кистью или краскопультом.

Органосиликатные краски ОС представляют собой суспензии активированных силикатных и окисных компонентов в толуольных растворах модифицированных полиорганосилоксанов. Поставляются заводом-изготовителем в комплекте с отвердителем — полибутилтитанатом. Наносятся при нормальных и пониженных температурах на сухую поверхность древесины, образуя матовое укрывистое покрытие толщиной не менее 250 мкм. Покрытие обладает малой водопроницаемостью и

теплопроводностью, значительной термо- и морозостойкостью; выдерживает резкие перепады температур от -60 до +600°С, но имеет невысокую механическую прочность и слабую адгезию к древесине; обладает водозащитным эффектом. Древесина, покрытая красками ОС, относится к категории трудновоспламеняемых материалов.

Перхлорвиниловая эмаль ХВ-5169 рекомендуется для огнезащиты деревянных конструкций, эксплуатируемых на открытом воздухе. Эмаль выпускается в готовом виде, быстро сохнет, наносится на поверхность в несколько приемов с общим расходом 0,6 кг/м^2, имеет прочное сцепление с древесиной. Покрытие весьма эластично и трещиностойко, обладает хорошими влагозащитными свойствами; переводит древесину в категорию трудновоспламеняющихся материалов.

Можно комбинировать поверхностную пропитку с окрашиванием. Пропиточный состав ПП наносят кистью или краскопультом два раза, затем древесину подсушивают. Далее наносят перхлорвиниловый лак, пластифицированный соволом. Лак представляет собой раствор перхлорвиниловой смолой в растворителе Р-4 (смесь бутилацетата, ацетона и толуола). Лак наносят несколькими слоями с перерывом 3 ч. Сочетание поверхностной пропитки с полимерным покрытием стабилизует защитный эффект пропиточного состава и сохраняет декоративные качества древесины. После нанесения пропиточного и защитного составов древесина становится трудновоспламеняемой.

Имеется несколько окрасочных составов на основе порошкообразных, растворяемых водой карбамидных смол или на основе карбамида, соединяемого в составе краски с формалином для реакции смолообразования. Присутствие в этих составах моноаммонийфосфата и дициандиамида, разлагающихся при высокой температуре с выделением газов, позволяет получить вспучивающиеся при пожаре краски, обладающие высоким огнезащитным эффектом. Краску МФК приготовляют смешиванием двух частей — жидкой и сухой в воде. Жидкая часть включает формалин, нейтрализованный 10%-ным едким натром до pH = 7, и растворенные в нем мочевину и дициандиамид. В сухую часть входит моноаммонийфосфат с добавками. Соотношение сухой, жидкой части и воды 5:2:1,6. Жидкая часть сначала разбавляется водой, а затем вливается при перемешивании в порошок. Краска предназначается для покрытия деревянных конструкций, эксплуатируемых в отапливаемых помещениях.

Наносится двумя слоями на очищенную поверхность с общим расходом 0,6 кг/м^2 (второй слой — через 72 ч) при положительной (не ниже 10°С) температуре и относительной влажности воздуха не более 90%. Краска образует покрытие белого цвета.

Активной способностью к вспучиванию обладает краска, состоящая из разбавляемой водой порошкообразной смеси, включающей (% по массе): мочевиноформальдегидную смолу 50,5; моноаммонийфосфат 15; дициандиамид 15; аминокапроновую кислоту (наполнитель) 7,5; некаль (смачиватель) 2. Перед применением смесь разводят водой до малярной консистенции. Состав наносят двумя слоями с общим расходом 0,5 кг/м^2.

Вспучивающееся покрытие ВПМ-2Д представляет собой смесь термостойких и газообразующих наполнителей в водном растворе полимерных связующих. Покрытие негорюче, нетоксично и невлагостойко. Переводит древесину в группу трудногорючих материалов при расходе сырой смеси около 0,7 кг/м^2. Рекомендуется к применению в закрытых помещениях при относительной влажности воздуха не более 80% и температуре не выше 50°С.

Перспективно применение фосфатных огнезащитных покрытий. Это композиции, твердеющие в результате реакций различных неорганических соединений с фосфорной кислотой или ее производными. Вспучивающееся покрытие ОФП-9 содержит в своем составе фосфатное связующее — гексаметафосфат натрия и наполнители. Огнезащитное действие покрытия основано на термическом разложении смеси мочевины и гидроокиси алюминия. Выделяющиеся при нагревании газообразные вещества вспучивают размягченную пленку покрытия, создавая теплоизолирующий экран. Покрытие наносится на сухую древесину с расходом 0,4 кг/м^2 сухой массы, твердеет в течение 3—6 ч. Покрытие ОФП-9 невлагостойко. Покрытая им древесина относится к категории трудносгораемых материалов.

Для антипирирования древесины применяют комбинированные составы, например смесь жидкого стекла (40—45% по массе), мочевиноформальдегидной смолы (40—45%), хлористого натрия (10—20%). Антипирен наносят кистью или краскопультом в два слоя с перерывом 1 ч. Расход его составляет 350—500 г/м^2. Другой состав включает (% по массе): негидратированную слюду 12—38,4; мочевиноформальдегидную смолу 25—35,6; воду 40—52; хлористый аммоний 0,2—0,4. Слюда должна иметь толщину 0,01 мм с условным диаметром чешуек 0,15—2

мм. Комбинированные составы рекомендуются для огнезащиты тканевых элементов конструкций, древесно-стружечных и древесно-волокнистых плит.

9.4. КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА ДРЕВЕСИНЫ МЕТОДОМ МОДИФИЦИРОВАНИЯ

Общие сведения. При модифицировании натуральная древесина пропитывается мономером или низковязким олигомером, которые затем отверждаются под действием тепла, химических реагентов или ионизирующих излучений. Соответственно различают термохимический и радиационно-химический методы модифицирования древесины. Для модифицирования используют фенольные, карбамидные, фурановые, полиэфирные, кремнийорганические, полиакриловые и другие полимеры (олигомеры), а также некоторые мономеры — стирол, метилметакрилат, акрилонитрил.

В процессе модифицирования синтетический полимер не просто заполняет свободные пространства в древесине, а взаимодействует с ее компонентами. В результате ограничиваются или совсем устраняются такие недостатки древесины, как набухание и усушка, коробление и растрескивание, загнивание и возгорание. При этом древесина сохраняет свои положительные качества — малую массу, высокую прочность, тепло- и звукоизолирующую способность, химическую стойкость.

Свойства модифицированной древесины зависят от свойств исходной натуральной древесины, определяемых ее породой, строением, плотностью, влажностью и т.п. Свойства исходной натуральной и полученной из нее модифицированной древесины прямо не связаны между собой: если исходная древесина плотная и прочная, то эффект модифицирования меньше, чем после пропитки (модифицирования) пористой и непрочной древесины. Отсюда следует, что для модифицирования в качестве исходного материала целесообразно брать древесину с низкими показателями физико-механических свойств, т.е. древесину малоценных лиственных пород, не имеющую пока достаточно широкого технического применения. Этим определяется и экономическая эффективность модифицирования.

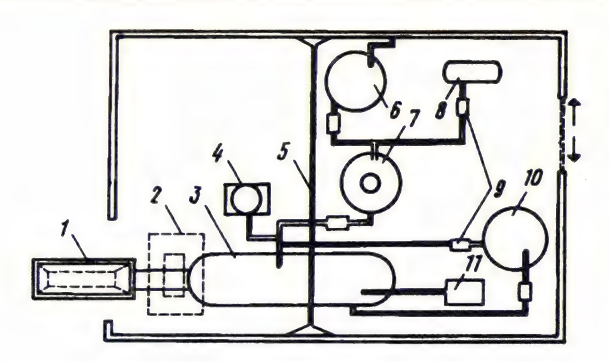
Свойства модифицированной древесины зависят еще и от особенностей модификатора, например от химического строе-

ния (мономер или олигомер), реакции отверждения (полимеризация или поликонденсация), строения отвержденного продукта (линейное или сетчатое). Низковязкие мономеры ценны тем, что сравнительно легко проникают не только в полости клеток, но и в межклеточные пространства и субмикроскопические промежутки клеточных стенок (а иногда — и в межмолекулярные пространства) и могут химически соединяться с веществами древесины. В отличие от мономеров синтетические олигомеры имеют более высокую молекулярную массу и повышенную вязкость, в связи с чем проникают в древесину на меньшую глубину, а для повышения эффективности пропитки требуют вакуумирования древесины и последующего давления на импрегнант. Но при этом они отверждаются быстрее, чем мономеры, с меньшей затратой энергии и образуют более стойкие и прочные продукты отверждения, что немаловажно для свойств модифицированной древесины.

От реакции отверждения значительно зависит строение отвержденного продукта (линейное или сетчатой), а это в свою очередь определяет столь важные свойства модифицированной древесины, как теплостойкость, упругость, стойкость в органических растворителях. Мономеры обычно отверждаются по реакции полимеризации (чаще при введении соответствующих инициаторов), а олигомеры — по реакции поликонденсации при нагревании или под действием катализаторов.

Сопротивление истиранию у модифицированной древесины в 2—2,5 раза выше, чем у натуральной. Это позволяет использовать модифицированную древесину для паркетных покрытий пола, в том числе в местах интенсивного движения. Фанера с лицевым шпоном из модифицированной полиэфирной смолой древесины значительно более биостойка, малоистираема и вчетверо прочнее, чем необработанная фанера. Такую фанеру целесообразно использовать для опалубки при бетонировании. По сравнению с натуральной древесиной разбухание модифицированной древесины в 10—15 раз меньше. Модифицирование предохраняет древесину от растрескивания при длительном нахождении на открытом воздухе. Это одно из ценных свойств, необходимых для ограждающих конструкций, обшивок панелей, кровельных покрытий и т.п.

Технология модифицирования. Для обеспечения необходимых свойств древесины важную роль играют степень пропитки древесины мономером или олигомером, способ и режим



9.7. Отделение модификации древесины

1 — вагонетка; *2* — вытяжной зонт; *3* — автоклав; *4* — компрессор; *5* — кран-балка; *6* — бак для мономера; *7* — пропеллерная мешалка; *8* — ванна для разогревания бензосульфокислоты; *9* — насосы; *10* — бак для слива раствора; *11* — вакуум-насос

отверждения, концентрация олигомера и ряд других технологических параметров. При глубокой пропитке модифицированная древесина приобретает значительную плотность и прочность, непроницаемость, становится химически и биологически стойкой, обладает весьма малым водопоглощением. Строение исходной древесины при этом сохраняется. При неглубокой пропитке основная масса древесины сохраняет не только строение, но и главные свойства и лишь в наружных слоях элементов приобретает новые: малую формоизменяемость, слабую водопроницаемость, ограниченную возгораемость.

Для модифицирования древесины при деревообрабатывающих цехах организуют специальные отделения (рис. 9.7). Технологический процесс включает заготовку деревянных элементов, приготовление рабочего раствора, пропитку под давлением, тепловую обработку для отверждения модификатора. Заготовка деревянных элементов состоит в механической обработке высушенной древесины и изготовлении элементов заданных размеров. Рабочий раствор приготовляют в смесителе, рассчитанном на 2—3 цикла пропитки. При этом принимается в расчет поглощение древесиной пропиточных растворов, составляющее 150—250 кг/м^3. Смеситель загружают с помощью центробежных насосов из расходных баков, один из которых предназначен для олигомера (фенолоспиртов, фурфуролацетонового мономера

ФА), другой — для отвердителя. В смесителе происходит разбавление фенолоспиртов водой или смешение мономера ФА с отвердителем — бензолсульфокислотой.

Пропитка древесины под давлением проводится в пропиточном цилиндре; это может быть стандартный автоклав с внутренним диаметром 2 м, длиной 7,3 м, с полезным объемом 22,9 м^3. Заготовки помещают в автоклав на вагонетках, затем создают в нем вакуум 85—95 кПа на 20—30 мин. Далее заполняют автоклав раствором и создают компрессором давление 800 кПа на 2,5 ч. Оставшийся после пропитки раствор перекачивают в сливной бак (спуск раствора длится 10 мин).

Тепловая обработка пропитанных заготовок происходит в камере по следующему режиму: подъем температуры до 75°С (2,5 ч), до 100°С (20 ч), выдержка при 120°С (2—5 ч), охлаждение до 40°С (24 ч). В процессе подъема температуры и выдержки влажность пропитанной древесины снижается до 6—8%. Общая продолжительность тепловой обработки 2,5 сут. Полнота отверждения модификатора контролируется по уровню влажности заготовок или методом экстрагирования проб. В заготовках, предназначенных для склеивания, модификатор не доводится до полного отверждения, что обеспечивает лучшие условия склеивания.

Глава 10. ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ

10.1. ХРАНЕНИЕ

Деревянные конструкции и изделия при хранении должны быть защищены от влажностных воздействий. Рекомендуется покрывать изделия олифой, водостойкими красками и эмалью, пропитывать гидрофобными антисептиками и антипиренами, упаковывать в синтетические пленки и влагонепроницаемую бумагу, обертывать толем, пергамином и т.п. Необходимо следить за сохранностью защитных покрытий, не допускать сколов, вмятин, борозд, царапин и разрывов.

При хранении детали и конструкции рекомендуется устанавливать в таком положении, в каком они будут воспринимать рабочую нагрузку: например, панели стен устанавливают вертикально, панели покрытий — горизонтально. Исключения составляют столбы, сваи, шпунт, колонны, элементы опалубки и детали временных ограждений. Детали и конструкции необходимо размещать так, чтобы заводская маркировка легко читалась со стороны прохода или проезда, а монтажные петли и крепежные устройства были доступны для осмотра и присоединения к подъемным механизмам. Между штабелями необходимо оставлять проезды, определяемые габаритами подъемно-транспортных средств, и проходы шириной не менее 2 м. У штабелей должны быть указатели (таблички) с обозначением типа и числа деталей. Изделия в штабеле должны опираться на деревянные сквозные подкладки и прокладки.

При хранении изделий в горизонтальном положении нижний ряд укладывают на подкладки сечением не менее 10x10 см либо на бревна, опиленные с двух сторон. Основание должно быть предварительно выровнено и уплотнено. Последующие ряды изделий укладывают на деревянные сквозные прокладки сечением не менее 6x4 см. Размеры подкладок устанавливают, исходя из массы штабеля и допускаемого давления на основание.

Древесные листовые материалы (древесно-стружечные, цементно-стружечные и древесно-волокнистые плиты, фанеру, древесные пластики, плиты пенопласта, а также листовую сталь) хранят в закрытых помещениях, в условиях, предохраня-

ющих материалы от сырости, атмосферных осадков и механических повреждений. Указанные материалы рассортировывают и укладывают плашмя без прокладок. Следует предусматривать пространство высотой 15—20 см между полом склада и листами штабеля. Асбестоцементные плиты можно хранить под навесом в стопах в горизонтальном положении, а листы усиленного профиля — в вертикальном.

Плиты хранят в закрытых помещениях в горизонтальном положении в штабелях высотой до 4,5 м, состоящих из стоп или пакетов, разделенных прокладками толщиной и шириной не менее 80 мм и длиной не менее ширины плиты. Прокладки укладывают с интервалом не более 600 мм в одних вертикальных плоскостях; причем расстояние от крайних прокладок до торцов плиты не должно превышать 250 мм.

Столярные изделия хранят в закрытых помещениях. При подготовке этих помещений и площадок складирования изделий следует учитывать, что дверные и оконные блоки поставляются с неполной отделкой, но в собранном состоянии — с навешенными на петли створками и полотнами, с врезанными замками. Выступающие приборы (ручки, задвижки) упаковывают отдельно. Хранят оконные и дверные блоки в вертикальном положении на подкладках. Оконные переплеты, дверные полотна и коробки можно укладывать в штабеля на дощатый пол или настил из досок с прокладками между рядами.

Профилированные изделия (наличники, плинтусы, галтели, поручни и др.) хранят покрытыми олифой. Изделия короче 3 м упаковывают в пачки массой до 50 кг. В пачке собирают детали одного сечения из древесины одной породы. Пачки следует хранить в закрытых складах, в плотных штабелях на прокладках. Паркетные планки упаковывают в пачки по 50—100 шт. и укладывают в штабеля высотой до 1,5 м. Хранить их необходимо в закрытых сухих отапливаемых складах с постоянной температурой. Примерные нормативы для определения площади хранения важнейших материалов для деревянных конструкций и изделий приведены в табл. 10.1—10.4.

При подготовке территории для склада пиломатериалов учитывают следующие требования. Склад должен быть расположен на хорошо проветриваемом и дренированном участке, очищенном от растительности. Территорию склада разбивают на секции и кварталы с учетом размеров досок, сорта пиломатериалов, породы древесины и требований пожарной безопасности.

10.1. Способы хранения и укладки изделий и материалов для деревянных конструкций на приобъектных и базисных складах строительства

Материалы, изделия, конструкции	Единица измерения	Способ хранения	Вид укладки	Высота укладки, м	Количество на 1 $м^2$ полезной складской площади
Панели:					
перекрытий	$м^3$	Открытый	В штабель плашмя	До 2,5	1,2
стен	$м^3$	,,	В кассеты вертикально	По высоте панели	0,5–0,7
Несущие клееные деревянные конструкции (балки, рамы, формы, арки и т.д.)	$м^3$	Упакованные в бумагу, пропитанную смолой	Одноярусный штабель	По высоте конструкции	–
Лесоматериалы круглые	$м^3$	Открытый	В штабель	6–8	3,9–5,3
Пиломатериалы	$м^3$	Открытый (сухие материалы)	В штабель плашмя	2	–
Доски пола	$м^3$	В закрытом помещении	В штабель плашмя	1	–
Оконные блоки двойные	$м^2$	В закрытом складе	В штабель вертикально	2	10
Дверные блоки	$м^2$	В закрытом складе	В штабель вертикально	2	25
Оконные переплеты и дверные полотна	$м^2$	То же	В штабель	До 2	40–50
Коробки дверные и оконные	м	Под навесом	,,	До 2	200

Продолжение

Материалы, изделия, конструкции	Единица измерения	Способ хранения	Вид укладки	Высота укладки, м	Количество на 1 м² полезной складской площади
Наличники	м	В закрытом складе	В штабель в пачках	До 2	1300
Плинтусы	м	То же	То же	До 2	1000
Паркет штучный и паркетные доски	$м^3$	В закрытом отапливаемом складе	”	До 1,5	0,8
Плиты древесно-стружечные и древесно-волокнистые	$м^3$	В закрытом складе	В штабель плашмя	1	0,7–1,1
Фанера	Лист	В закрытом складе	В штабель плашмя	До 1,5	200–300
Асбестоцемент:					
волнистый	т	Под навесом	В стопах горизонтально	До 1	До 2
плоский	т	То же	То же	До 15 рядов	–
Алюминий листовой и профильный	т	В закрытом складе	В стопах и пачках	1	–
Сталь:					
листовая толщиной до 4 мм	т	То же	В стопах	До 1,5	До 6
кровельная	т	”	В пачках	До 1,6	До 6

10.2. Коэффициент плотности для перевода складочного объема необрезных досок и плотный объем древесины

Длина досок, м	Коэффициент для досок толщиной, мм							
	16	19	22	25	32	40	50	60
	Для сырых досок влажностью более 15%							
6,5	0,55	0,56	0,57	0,58	0,6	0,62	0,66	0,68
5,5	0,55	0,56	0,57	0,58	0,6	0,62	0,66	0,68
4,5	0,55/0,54	0,56/0,55	0,57/0,56	0,58/0,56	0,6/0,57	0,62/0,59	0,66/0,61	0,68/0,63
3	0,55/0,54	0,56/0,55	0,57/0,56	0,58/0,56	0,6/0,57	0,62/0,59	0,66/0,61	0,68/0,63
1–2	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
	Для сухих досок влажностью 15% и менее							
6,5	0,6	0,61	0,62	0,63	0,65	0,67	0,72	0,74
5,5	0,6	0,61	0,62	0,63	0,65	0,67	0,72	0,74
4,5	0,6	0,61	0,62/0,61	0,63/0,62	0,65/0,63	0,67/0,65	0,72/0,66	0,74/0,69
3	0,6	0,61	0,62/0,66	0,63/0,62	0,65/0,63	0,67/0,65	0,72/0,66	0,74/0,69
1–2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Примечание. Над чертой – для хвойных пород, под чертой – для лиственных.

При хранении пиломатериалов наибольшее распространение получил пакетный метод, позволяющий механизировать трудоемкие процессы укладки штабелей и их разборки с помощью автопогрузчиков, башенных и козловых кранов. Для лучшего проветривания пиломатериалов в штабелях необходимо устраивать вертикальные колодцы шириной 40—60 см на всю высоту, а по высоте — через каждые 0,75—1 м и применять более толстые прокладки. Наиболее ходовые сорта пиломатериалов укладывают в штабеля с прокладками из того же материала. Чем

10.3. Число листов клееной фанеры в 1 м^3

Толщина, мм	Число листов размером, мм				
	1830x1220	1525x1525	1525x1220	1525x725	1220x725
1,5	299	287	358	602	752
2	224	215	269	452	565
2,5	179	172	215	362	452
3	149	143	179	301	377
4	112	108	134	226	283
5	90	86	108	181	226
6	75	72	90	151	188
7	56	54	67	113	141
8	50	48	60	101	126
9	45	43	54	90	113
10	37	36	45	75	94

больше влажность пиломатериалов, тем шире должны быть промежутки между досками.

При длительном хранении пиломатериалов ряды укладывают на прокладки с промежутками через 1,2—1,5 м. Так же укладывают пиломатериалы ценных пород, которые следует хранить под навесами. Для защиты пиломатериалов от атмосферных осадков штабель накрывают крышей из необрезных досок и горбыля толщиной до 25 мм.

Круглые лесоматериалы можно хранить в воде, во влажном и сухом состоянии и с химической защитой. При хранении в воде бревна затопляют или оставляют на плаву в многорядной и пучковой сплотке. Это гарантирует полное сохранение от повреждений и порчи затопленной древесины. При влажном хранении в заболони бревен поддерживается высокая влажность, не допускающая развития грибов и жизнедеятельности насекомых. Для влажного хранения свежесрубленную или сплавную необсохшую древесину оставляют в коре, а торцы бревен покрывают влагозащитными замазками.

Сухой способ хранения заключается в доведении влажности бревен до 25% и ниже путем соответствующей укладки штабелей. Наиболее быстро просыхают окоренные лесоматериалы в рядовых штабелях. Хранить в сухом состоянии можно круглые лесоматериалы, в которых допускаются трещины и поражения синевой. Это строительные бревна, столбы для воздушных линий связи и электропередач, балансы, рудничная стойка и другие сортименты, не предназначенные для продоль-

10.4. Площадь, занимаемая 100 шт. паркетных планок

Длина планок, мм	Площадь, м^2, при ширине планок, мм											
	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
150	0,525	0,6	0,675	0,75	0,825	0,9	0,976	1,05	1,125	–	–	–
200	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	–	–
250	0,875	1	1,125	1,25	1,375	1,5	1,625	1,75	1,875	2	2,125	2,25
300	1,05	1,2	1,35	1,5	1,65	1,8	1,95	2,1	2,25	2,4	2,55	2,7
350	1,225	1,4	1,575	1,75	1,935	2,1	2,275	2,45	2,625	2,8	2,975	3,15
400	–	–	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6
450	–	–	2,25	2,25	2,475	2,7	2,925	3,15	3,375	3,6	3,825	4,05
500	–	–	–	–	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5

ной распиловки. Лесоматериалы лиственных пород допускается хранить сухим способом только при диаметре не более 25 см.

Химическая защита круглых лесоматериалов применяется, когда невозможно хранить древесину водным и влажным способами. Для защитной обработки неокоренных лесоматериалов рекомендуется применять препараты типа ЭОК, Бокит и др. Лесоматериалы, подлежащие химической обработке, укладывают в штабеля высотой не менее 1,5 м. Чтобы дожди не смывали, а солнечные лучи не разлагали препараты, сортименты верхнего ряда рекомендуется сплачивать или покрывать настилом из необрезных лиственных досок, горбылей и т.п. Склады лесоматериалов требуется содержать в чистоте, систематически очищать их от коры, щепы и мусора. Должен быть противопожарный инвентарь: огнетушители, бачки с водой, мешки или ящики с песком, а также ломы, топоры, багры, ведра. Комплект первичных средств тушения собирают на специальных щитах, которые висят на видных и доступных местах на стройплощадках. Вывешивается табличка с указанием номеров телефонов пожарной охраны и ближайшей пожарной команды.

Запрещается хранить сгораемые строительные материалы в пределах противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями. Расстояние от постоянных или временных зданий и сооружений до штабелей расходных складов пиломатериалов должно быть не менее 30 м, а до штабелей круглого леса — 15 м. Площадь, занятая под склады лесоматериалов, должна быть освобождена от дерна и периодически очищаться от сухой травы, бурьяна и т.п.

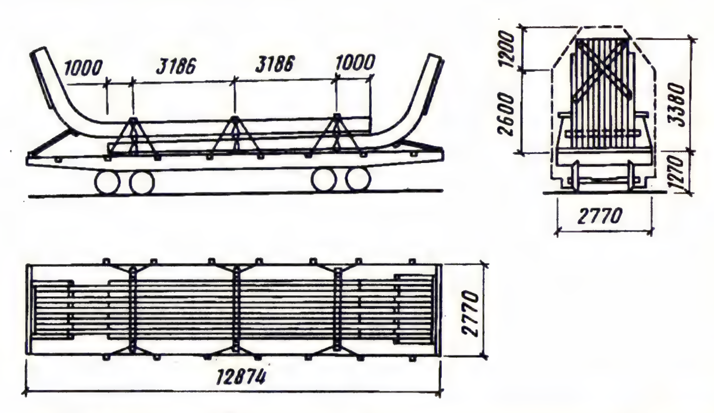
10.2. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

При транспортировании деревянные конструкции и изделия должны быть защищены от увлажнения, а также от нагревания солнечными лучами во избежание растрескивания древесины или расслоения клеевых швов. При перевозке несущих клееных деревянных конструкций в зависимости от их габаритов используют бортовые автомобили, автопоезда с прицепами, колонновозы, балковозы и фермовозы. Конструкции укладывают на транспортные средства, обеспечивая их устойчивое положение и опирание, по возможности близкое к проектному. Погружаемые изделия должны прочно закрепляться и увязываться

пеньковым канатом, сжимами и т.д. Гнутоклееные деревянные рамы перевозят по 4—5 комплектов одновременно.

При перевозке в железнодорожных вагонах рамы ставят вертикально стойками вверх (рис. 10.1) в два ряда по высоте, отступив от продольной стены вагона на 650 мм. Рамы ставят на деревянные подкладки, раставленные примерно через 3 м. Второй по высоте ряд рам отделяется прокладками 5x15 см, которые расположены строго над подкладками. Центр тяжести пакета гнутоклееных рам должен находиться в вертикальной плоскости симметрии платформы. Рамы прикручивают к прокладкам и крюкам платформы мягкой проволокой для крепления грузов, изготовляемой из круглой горячекатаной стали диаметром 6 мм. Проволока не должна иметь перекручин, расслоений и других дефектов. Толщину проволочных скруток определяют с учетом продольных, поперечных и вертикальных инерционных сил, ветровой нагрузки, сил трения и собственного веса рам (общая масса 10 т, масса одной рамы — 500 кг). Сбрасывание конструкций с платформ вагонов и кузовов автомобилей не допускается.

Панели перевозят в вертикальном и горизонтальном положениях в специально оборудованных автомобилях или прицепах. Между панелями укладывают деревянные прокладки, надежно закрепляют во избежание продавливания обшивки панели. Наиболее осторожно следует перевозить панели с асбестоцементными обшивками.



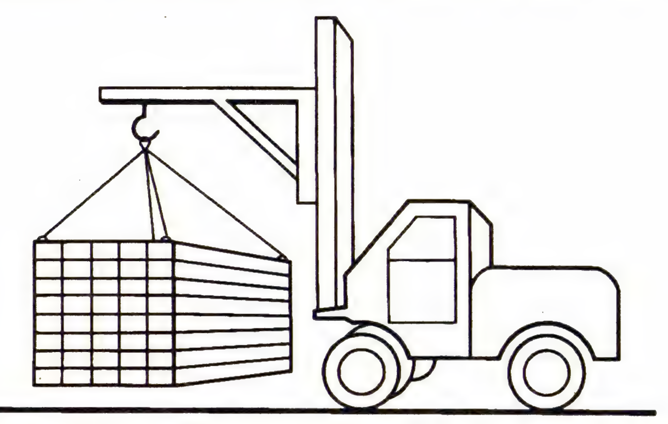
10.1. Укладка гнутоклееных рам в железнодорожный вагон-платформу

10.5. Минимальное расстояние между верхом груза и электропроводами, м

Электрическое напряжение в линии, кВ	Расстояние, м
1	1
1–20	2
35–100	3
154–220	4
330	5
500	6

Металлические части (закладные детали, болты, гайки и др.) должны быть скомплектованы и упакованы в ящики. При подъеме, погрузке и разгрузке конструкций следует применять кран с захватом для монтажных петель и специальные траверсы. При перевозке конструкций под проводами действующих линий электропередач расстояние по вертикали между самой верхней точкой перемещаемых конструкций и низшей точкой провисания провода должно быть не менее указанного в табл. 10.5.

Панели с применением арболита и фибролита транспортируют в пакетах, скрепленных деревянными рамками, или в контейнерах по 14—20 шт. Асбестоцементные плиты и листы при перевозке также помещают в специальные контейнеры (рис. 10.2). Волнистые листы укладывают в стопы и надежно закрепляют во избежание повреждений. Фанеру для перевозки упаковывают в отдельные пачки по маркам, размерам, сортам.



10.2. Перевозка асбестоцементных плит и листов в контейнере

Каждую пачку фанеры покрывают сверху и снизу обложками из низкосортной фанеры, шпона или плетенками из шпона с применением деревянных планок. Масса пачки не более 80 кг. Древесные слоистые пластики также упаковывают в фанерные подкладки и перевязывают веревкой. Толстолистовые пластики могут транспортироваться без упаковки.

Тонколистовую сталь размером до 750x1500 мм включительно упаковывают в пачки массой не более 80 кг. Транспортируют и хранят в условиях, исключающих воздействие атмосферных осадков и влаги. Не допускается перевозить оцинкованную сталь в вагонах, загрязненных минеральными удобрениями, поваренной солью, селитрой.

Алюминиевые листы укладывают в сплошные или решетчатые деревянные ящики или специальные контейнеры с металлическими или деревянными брусками (влажность брусков должна быть не более 18%). Упаковка должна полностью исключать непосредственный контакт металла с деревом и доступ влаги к металлу. Масса упакованного ящика — не более 500 кг, а контейнера — не более 1000 кг. На ящиках или бирках делают надпись «Боится сырости». Алюминиевые листы перевозят в крытых вагонах. При перевозке автотранспортом ящики должны быть накрыты брезентом. Грузоподъемность транспортных средств рассчитывают, исходя из средних норм массы материалов.

10.3. МОНТАЖ

Современным требованиям наиболее удовлетворяет монтаж укрупненными блоками, при котором к месту работ доставляют готовые конструкции (фермы, рамы, арки, панели и т.д.) либо их узлы высокой заводской готовности. Такие конструкции и узлы с помощью различных монтажных механизмов (автокранов, подъемников, лебедок) грузоподъемностью до 5 т поднимают и устанавливают в проектное положение за один прием.

Если конструкции имеют большие размеры, затрудняющие их перевозку от места изготовления к месту установки, применяют укрупнительную сборку непосредственно на строительной площадке. Сборку выполняют с применением шаблонов или на подкладках, установленных по уровню. Такой метод возведения строительных конструкций позволяет снизить построечные трудозатраты на 40—50%.

Монтаж клееных деревянных конструкций слагается из подготовительного этапа и непосредственно монтажа, т.е. установки конструкций в проектное положение. В состав монтажных работ входят строповка, подъем и установка конструкций на опоры, временное закрепление, выверка положения конструкций и окончательное закрепление. Способы монтажа, применяемое оборудование, инвентарь и приспособления определяют проектом производства работ или технологическими картами. До начала монтажных работ проводится инструктаж рабочих по технологии производства и правилам техники безопасности. Проверяется исправность ручных электрических машин, инструмента, инвентаря, приспособлений для монтажа, включая средства, обеспечивающие безопасность работ (предохранительные пояса, привязные веревки, ограждения, подмости и т.д.).

Подготовительный период включает: подготовку фундаментов; выверку колонн; проверку положения в плане и по высоте всех точек, на которые будут укладываться или крепиться деревянные конструкции; планировку территории, окружающей место монтажа; устройство постоянных и временных подъездов; оборудование склада деревянных конструкций в соответствии с требованиями пожарной безопасности; доставку, монтаж и испытание кранового и такелажного оборудования.

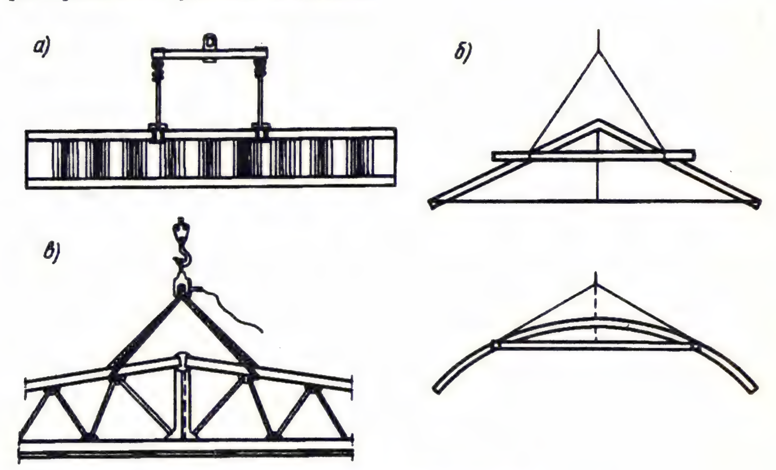
На строительную площадку конструкции доставляют до начала монтажа в полном комплекте, укладывают в непосредственной близости от места установки и в зоне действия монтажного механизма. Площадка для складирования конструкций должна быть ровной, с небольшим уклоном для отвода дождевых и талых вод. Все поступающие на строительную площадку готовые конструкции учитывают по акту, в котором указывают качество принятых изделий, правильность геометрических форм и размеров конструкций и отдельных узлов, качество их изготовления.

Техническими условиями на изготовление и монтаж деревянных конструкций допускаются некоторые отклонения, мм, размеров готовых несущих конструкций от проектных: для пролетов до 15 мм — по длине 20, по высоте 10; для пролетов более 15 м — соответственно 30 и 20.

До начала монтажа необходимо устранить дефекты, появившиеся при транспортировании и разгрузке: подтянуть болты, выровнять затяжки и т.д. Если отсутствуют монтажные петли, следует наметить места захвата и защитить их от повреждения

канатами. Особое внимание следует обращать на подготовку опор деревянных конструкций. При бетонировании опор устанавливают закладные элементы (анкеры), служащие для контроля уровня опорной поверхности и для закрепления нижней части деревянных конструкций. От точности расположения анкеров в плане и по высоте зависит продолжительность и качество монтажных работ. Если клееные конструкции имеют шарнирные опоры или устанавливаются на опорные кольца либо непосредственно на верхние обрезы стен, то место опоры следует тщательно выверить по высоте, по горизонтали, установить и прочно заделать все предусмотренные проектом анкеры, проверить оси установки конструкции и нанести их краской на опоры.

Строповку клееных деревянных балок выполняют при помощи универсальных стропов и траверс (рис. 10.3, *а*). Для предохранения углов и ребер балки от смятия канатом в местах сгиба стропа ставят деревянные прокладки. Фанерные балки рекомендуется обхватывать стропом в местах ребер жесткости. При использовании траверс балки захватывают за ребра верхнего пояса. Независимо от способа строповки балка должна принять при подъеме проектное положение. Для строповки дощатых клееных балок, арок и рам рационально применять строп с замками (рис. 10.3, *б*), что позволяет симметрично распределить усилие подъема.



10.3. Строповка деревянных конструкций
а — балок с волнистой стенкой; *б* — арок; *в* — ферм

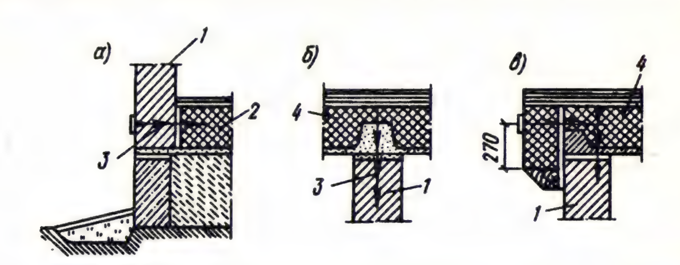
При подъеме балок, арок и ферм следует применять направляющие расчалки. Балки устанавливают на подготовленные и выверенные основания и временно закрепляют с помощью инвентарных приспособлений. После установки второй балки ставят прогоны и монтируют панели перекрытий и другие связи, предусмотренные проектом. Строповку ферм ведут с помощью стропов и траверс с захватом элементов не менее чем в двух других точках (рис. 10.3, *в*). Точки захвата должны быть указаны в проекте и отмечены на ферме. Ферму пролетом 12—18 м можно поднимать одним автомобильным или гусеничным краном.

Рамы при монтаже располагают таким образом, чтобы башмаки размещались непосредственно на фундаментах. Рамы стропуют в двух точках, равноудаленных от конька, и поднимают методом поворота, не отрывая башмаки от опор. После подъема первой рамы проверяют правильность установки ее в вертикальном положение и временно закрепляют растяжками. Затем затягивают гайки анкерных болтов. После установки и выверки второй рамы устанавливают и крепят болтами горизонтальные связи. На концах связей прикреплены хомуты из полосовой стали, в передней выступающей части имеются прорези для болтов крепления к раме.

Для монтажа легких ограждающих конструкций (панелей, стен и покрытий) применяют механизмы малой мощности. Перед монтажом панели осматривают и готовят к строповке (устанавливают и закрепляют закладные детали, затем ввинчивают монтажные петли в гайки до упора). Панели и плиты поднимают с применением обычных траверс. Устанавливают панели по месту без толчков и ударов, выверяют их по рискам, нанесенным на закладных деталях. После выверки панели крепят к несущим конструкциям различными способами (рис. 10.4).

При монтаже особое внимание обращают на заделку швов между панелями. Необходимо, чтобы в швах, идущих поперек ската, утеплитель полностью заполнил весь стыковой колодец, а в швах, идущих вдоль ската (над фермами), оставалось пространство для вентиляции. Швы между несущими арболитовыми панелями герметизируют пористыми прокладками с последующей заделкой просмоленной паклей и затиркой цементным раствором.

При устройстве покрытий и вертикальных ограждений с применением стеклопластиков соблюдают следующие правила.



10.4. Крепление наружных и внутренних стеновых панелей из арболита

а — наружных стен с панелью пола первого этажа; *б* — плит покрытия с внутренней несущей стеной; *в* — плит покрытия с наружной стеновой панелью; *1* — стеновая панель; *2* — плита пола; *3* — ерш; *4* — плита покрытия

Обрешетку устанавливают с шагом не менее 700 мм. В больших покрытиях укладку листов начинают с нижнего крайнего ряда. При этом обращают внимание на получение ровного края и одинаковой ширины свеса. Стыки между листами делают внахлестку. Наклонные стыки располагают вдоль волн — с перекрытием на ширину одной волны. При уклонах до 5° рекомендуется применять целые длинные листы, чтобы обойтись без горизонтальных стыков. В покрытиях с уклоном 5—15° ширину нахлестки делают 200 мм с применением уплотнительных прокладок или клеящих мастик. При более крутых уклонах уплотнители обычно не применяют, а ширину нахлестки постепенно уменьшают.

К деревянным элементам стеклопластики крепят шурупами, а к металлическим — болтами. Длина шурупов зависит от высоты волны, а размеры и форма болтов — от материалов 6 фермы и размеров сечения обрешетки. Шурупы и болты должны устанавливаться в верхних гребнях волн пластика. Установка их в желобках в местах прикасания волн к несущему элементу допустима лишь в вертикальных ограждениях. Под головки шурупов и болтов укладывают металлические шайбы, а под ними — упругие уплотнительные прокладки, исключающие проникание воды. Частота установки креплений зависит от вида сооружений и определяется числом волн между двумя креплениями (обычно 2—3 волны). В продольных стыках крепление осуществляется на всех промежуточных брусках обрешетки.

Для производства монтажных работ большое значение имеет исправность и правильное использование такелажного

оборудования — канатов, стропов, траверс, блоков, полиспастов, талей, домкратов, лебедок. Стальные канаты применяют для подъема и перемещения грузов, оснастки грузоподъемных механизмов, запасовки полиспастов, устройства стропов, оттяжек, вант и т.п. Стальные канаты делают из светлой или оцинкованной проволоки диаметром 0,22—3 мм с пределом прочности 12—22 МПа. Для монтажных работ применяют в основном шестипрядные канаты с пеньковым или искусственно-волокнистым сердечником, обеспечивающим смазку каната маслами.

Различают канаты с точечным (ТК), линейным (ЛК) и точечно-линейным (ТЛК) касанием проволок в прядях, а по направлению свивки прядей — нераскручивающиеся (индекс Н), правой свивки — (без индекса) и левой свивки (индекс Л). По направлению свивки проволоки в прядях различают канаты крестовой свивки (проволоки свиты в одну сторону, а пряди — в другую), односторонней свивки (проволоки в прядях и пряди в канате свиты в одном направлении) и комбинированной свивки (часть прядей расположена по односторонней свивке, а часть — по крестовой). Чем больше проволок в каждой пряди каната при одном и том же диаметре, тем большую гибкость имеет канат. Для монтажных работ рекомендуется применять канаты типа ЛК и ТЛК (табл. 10.6).

10.6. Стальные канаты с органическими сердечниками

Диаметр, мм	Суммарная площадь сечения проволок, мм^2	Расчетная масса 100 м смазанного каната, кг	Разрывное усилие каната, кН, при прочности проволоки на растяжение, МПа				
			1500	1600	1700	1800	1900
			ЛК-Р 6х19				
11,5	51,68	48,22	65,85	70,2	74,6	79	83,4
12,5	53,69	54,75	74,8	79,8	84,7	89,6	94,7
13,5	64,05	59,76	81,65	87	92,5	97,9	10,4
15	86,27	80,5	109,5	117	124,5	131,5	133,5
16,5	104,56	97,5	133	141,5	150,5	159,5	168,5
17,5	114,46	106,8	145,9	155,6	165,3	175,1	184,8
19,5	143,68	134	182,5	195	207	219,5	231,5
21	174,78	163,1	222,8	237,7	252,5	267,4	282,2
22	184,5	172,1	235	250,5	266	282	297,5
24	220,46	205,7	281,1	299,8	318,5	337,2	353
25	289,16	228,1	304,5	345,5	365,5	365,5	385,5
27,6	286,68	267,4	365,5	389,5	413,5	438,5	462,5
30,5	349,68	326,2	445,4	475	504,5	534,5	564
32	385,8	359,9	491,9	524,6	557,4	590,2	623

Продолжение

Диаметр, мм	Суммарная площадь сечения проволок, мм^2	Расчетная масса 100 м смазанного каната, кг	Разрывное усилие каната, кН, при прочности проволоки на растяжение, МПа				
			1500	1600	1700	1800	1900
33	418,08	390	582,5	568	603,5	639,5	674,5
36	498,78	465,3	635,5	678	720	762,5	804,5
			ЛК-06х19				
11,5	49,68	46,27	68,2	67,4	71,6	75,9	80,1
12	54,06	49,21	68,9	73,5	78,5	82,7	87,3
12,5	60,94	56,81	77,6	82,8	87,9	93	98,1
14	73,36	68,39	93,5	99,4	106,5	112	118
15	86,91	81,02	110,5	118	125	132,5	140
16,5	101,69	94,8	129,5	138	146,5	155,5	164
17,5	117,99	110	149,5	159	169,5	179,5	189,5
19	134,26	125,2	170,5	182	193,5	205	216,5
20	152,78	142,4	194,5	207	220,5	233,5	246,5
21,5	172,16	160,6	219	233,5	248,5	263	277
22,5	193,39	184,9	252	269	186,5	303	320
25	243,67	227,2	310,5	331	351,5	372,5	393
27,5	293,34	273,5	374	396,5	423,5	448,5	473
30	347,6	324,1	442,5	472,5	501,5	531,5	561,9
32,5	406,8	379,2	518,5	552,5	587,5	622	656
35	469,56	437,7	598	638	678,5	718	768
			ТЛК-0,6х37				
15	85,61	80	108,5	116	123,5	130,5	138
17	106,63	99,9	136	145	154	163	172,5
19	135,53	126,6	172,5	184	195,5	206,5	218
20,5	167,65	156,6	213	227,5	242	256	270,5
22,5	196,91	183,9	260,5	267,5	284	300,5	317,5
24,5	228,91	213,8	281,5	311	330,5	350	369
26	269,97	252,1	343,5	366,5	389,5	412,5	434,5
28	302,34	282,4	365	410,5	436	462	487,5
30	341,82	319,2	435,5	464,5	493,5	522,5	551,5
32	391,98	366,1	499,1	532,5	566	599,5	632,5
33,5	444,99	415,6	566,5	604,5	642,5	680	718
37,5	541,92	506,1	690,5	763	782,5	828,5	871

Наряду со стальными находят применение пеньковые канаты. — как для монтажных, так и для вспомогательных работ (оттяжки, расчалки). Защищенные от увлажнения (смольные) пеньковые канаты с увеличенной массой имеют несколько пониженную прочность (табл. 10.7). При выполнении монтажных работ нередко приходится вязать узлы канатов (рис. 10.5). Назначение и техника исполнения наиболее распространенных и надежных узлов и петель канатов указаны в табл. 10.8.

10.7. Пеньковые канаты (бельный смольный)

Диаметр, мм	Условная площадь сечения, мм^2	Предельно допускаемая нагрузка на канат, кН	Разрывное усилие каната, кН	Масса 1 м каната, кг
11,1	97	0,85/0,81	6,8/6,46	0,08/0,1
12,7	127	1,13/1,08	9,07/8,62	0,113/0,113
15,9	199	1,65/1,56	13,29/12,57	0,172/0,203
19,1	287	2,3/2,18	18,42/17,5	0,253/0,298
23,9	449	3,5/3,35	28,2/26,81	0,402/0,474
28,7	647	4,85/4,6	38,8/36,86	0,59/0,7
31,8	794	5,9/5,6	47,25/44,89	0,728/0,86

Строповка — наиболее ответственная операция монтажа. От нее зависит безопасность работ и продолжительность установки элемента. Простейший строп — это кусок каната, охватывающий поднимаемый конструктивный элемент одним или несколькими витками. Концы каната накидывают на крюк крана. Универсальный строп имеет форму петли, концы которой сращены сплеткой на длину 40 диаметром каната. Диаметр и длину стропа выбирают в зависимости от веса и геометрических размеров поднимаемой конструкции. Сечение стропа подбирают по допускаемому усилию с учетом нормативного запаса прочности каната, числа ветвей и угла их наклона к направлению действия нагрузки.

Траверсы, применяемые для строповки и подъема, представляют собой горизонтальную балку из уголковой стали, швеллера или стальной трубы с подвесками из строп. Применение траверс облегчает строповку и подъем конструкции, обеспечивает распределение веса элемента между ветвями подвесок.

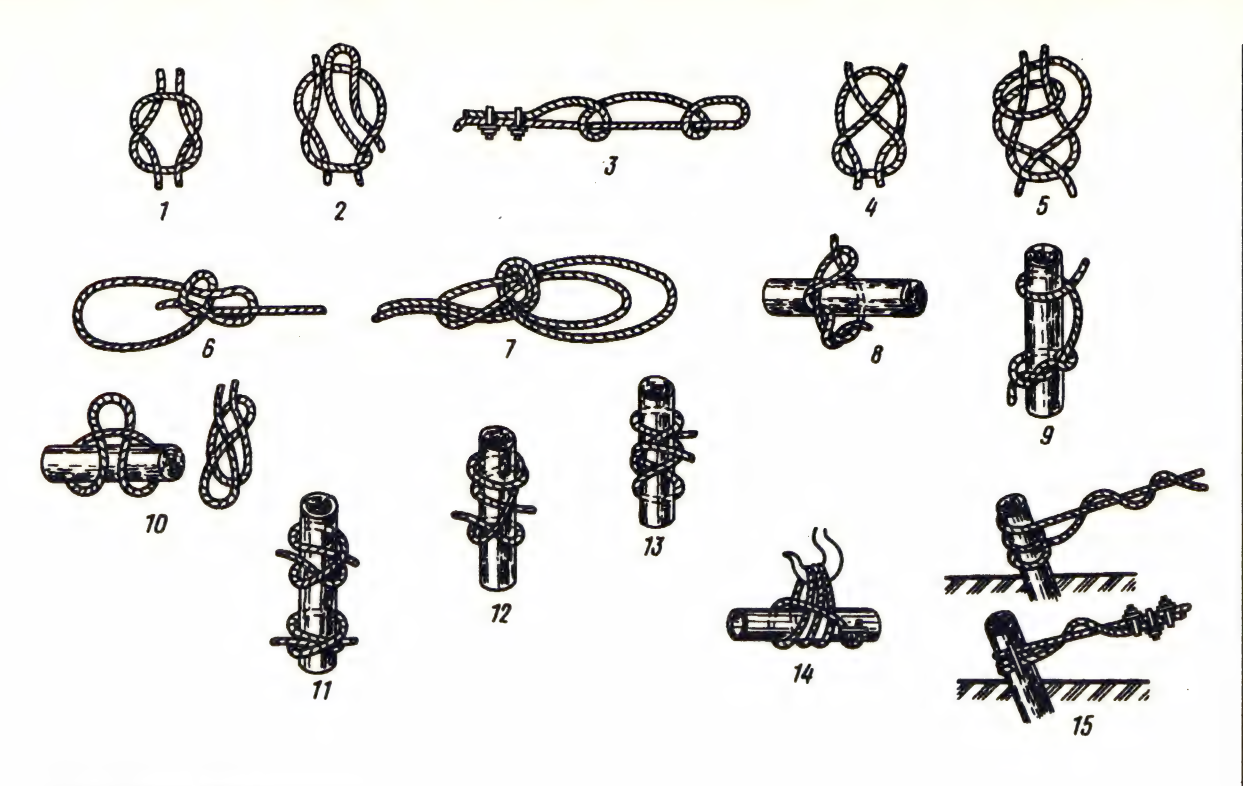
При строповке и подъеме конструкций соблюдают следующие правила. Вид стропа должен соответствовать весу и форме конструкции. Строп следует вязать за самые надежные части груза. Равнодействующая от натяжения стропов должна проходить через центр тяжести конструкций, натяжение стропов и их ветвей должно быть равномерным. Стропы должны быть надежно предохранены от соскальзывания в случае нарушения равновесия груза. Между стропами и острыми кромками конструкции устанавливают деревянные или другие мягкие подкладки. Строп не должен иметь переломов (крутых изгибов), перекручиваний и петель (жучков). Строповка сборных конструкций производится по разработанным схемам. Канаты и захватные приспособле-

10.8. Вязка узлов канатов

№ позиции на рис. 10.5	Узел	Назначение
1	Прямой	Вязка наглухо концов пеньковых канатов
2	Рифовый	То же, когда узел надо быстро развязать
3	Штыковый	Вязка концов толстых пеньковых канатов
4	Вязка в коуш или петлю	Вязка при строповке грузов пеньковым или стальным канатом
5	Брамшкотовый	Вязка конца пенькового или стального каната
6	Беседочный	Образование петли на конце пенькового или стального каната
7	Двойной беседочный	То же
8	Удавка (плотный узел)	Вязка концов пеньковых стропов при подъеме бревен, балок и т.п.
9	Удавка с нахлесткой	То же, грузов большой длины в вертикальном положении
10	Мертвая петля	Вязка концов пеньковых или стальных стропов при зачаливании их на одном или двух концах
11	Выбленочный	Крепление оттяжек к мачтам
12	Двойной выбленочный	То же
13	Задвижной шток	”
14	По способу Галана	Вязка стальных канатов при подъеме громоздких и тяжелых грузов
15	Анкерный	Крепление стальных оттяжек

ния должны быть испытаны в соответствии с действующими правилами.

Конструкции массой, близкой к грузоподъемности крана, поднимают в два приема: сначала на высоту 20—30 см — для проверки надежности подвески и устойчивости крана, а затем — на полную высоту. Конструкции можно поднимать только при вертикальном положении каната; подтягивание и подтаскивание конструкций краном запрещается. Подъем должен быть плав-



10.5. Узлы и петли канатов

ным, без толчков и ударов монтируемых элементов о конструкции зданий. Во время подъема не разрешается находиться под поднимаемым грузом. Поднятые элементы запрещается оставлять на весу во время перерывов в работе. При подъеме элементов следует пользоваться условными сигналами. При горизонтальном перемещении конструкция должна быть приподнята на 1—1,5 м над встречающимися на пути предметами и частями зданий.

При работе на высоте монтажники обязаны привязываться предохранительными поясами к прочно закрепленным конструкциям и хранить инструмент в ящиках или сумках. Для перехода по балкам и прогонам нужен предохранительный канат. На завершающих стадиях монтажа (укрепление монтируемых балок, арок, ферм, проведение антикоррозионной защиты) необходимо применять передвижные подмости башенного типа.

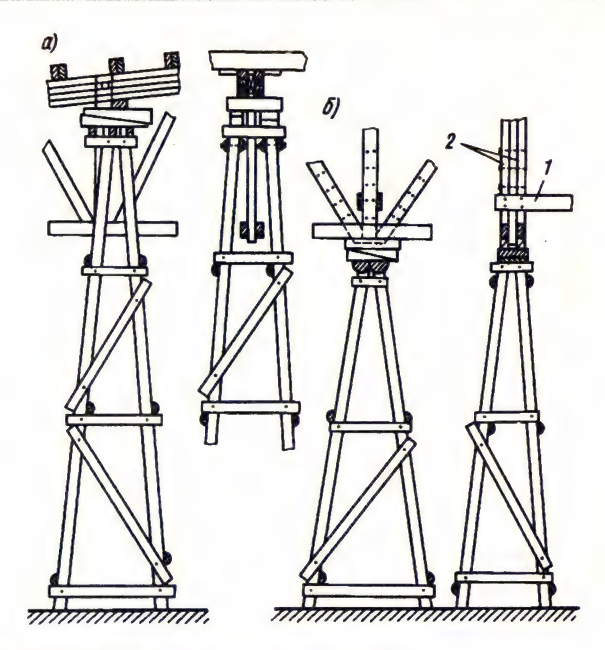
Глава 11. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Деревянные конструкции могут надежно служить в течение весьма длительного времени. Их надежность и долговечность зависит от точности проектирования, изготовления, качества применяемых материалов, соблюдения правил эксплуатации. Современные способы защиты древесины повышают срок эксплуатации конструкций. Для обеспечения долговечности необходимо защищать опорные части несущих конструкций от увлажнения, для чего деревянные стойки и колонны, нижние узлы арочных и рамных конструкций следует опирать на фундаменты выше отметки пола на 15—20 см. Верхний пояс несущих конструкций должен хорошо проветриваться, для чего кровлю следует устраивать по прогонам. Панели стен необходимо относить от стоек (колонн).

Сорт и категории древесины должны соответствовать назначению элементов конструкций. В связи с этим в процессе изготовления и монтажа деревянных конструкций необходим технический надзор, а в процессе эксплуатации — контроль за нагрузками на конструкции. Технический надзор включает в себя ежегодные (лучше весной) осмотры деревянных конструкций, при которых следует обращать внимание на появление

таких дефектов, как трещины в древесине и клеевых швах, искривление напряженных элементов конструкции, значительные деформации. При осмотре фанерных конструкций необходимо проверить состояние рубашки клеевых швов фанеры. В период технологической перестройки производства, реконструкции помещений, текущих ремонтов и т.п. следует оберегать конструкции от механических повреждений. В процессе эксплуатации нельзя допускать скопления снега на крышах, подвеску подъемных механизмов (тельферов и т.п.), провоз негабаритных грузов под несущими конструкциями. В результате профилактических осмотров могут быть обнаружены мелкие и крупные (аварийное состояние) дефекты конструкций. Первые устраняются в процессе текущего ремонта. Во втором случае должны быть приняты экстренные меры для предотвращения обрушения конструкции. Восстановительные меры могут быть временного и постоянного характера и в зависимости от этого осуществляются разными способами (усиление поясов накладками, тяжами, подклейка дополнительных элементов, установка подпорок и т.п.). При установке элементов усиления требуется минимальное число операций. Варианты временного и постоянного усиления конструкций зависят также от технологических процессов производства в здании. Так, усиление балочных конструкций различного рода подпорками и стойками неприемлемо, если их установка преграждает пути внутризаводского транспорта или загромождает проходы между станками.

Установка подпорок, выбор материала для них зависят от отметки нижнего пояса и вида конструкции. Стойки-подпорки могут быть выполнены из бревен, брусьев или фанерных труб большого диаметра, имеющих заглушки. Такие стойки применяют при высоте до 5 м. При больших отметках целесообразно применять временные опоры башеного типа (рис. 11.1). Если такие опоры подводятся под нижний пояс конструкции, то их устанавливают в месте нахождения ребра жесткости или узла решетки с обязательным раскреплением конструкции из плоскости путем постановки временных поперечных связей. Подпирать клееные металлодеревянные фермы по нижнему поясу категорически запрещается. При усилении таких ферм опоры подводят под верхние узлы, для чего делают спаренные стойки. Для включения в общую работу всей усиливаемой конструкции стойки необходимо подклинивать. Такой прием рекомендуется не только для передачи нагрузки на временную опору, но и для

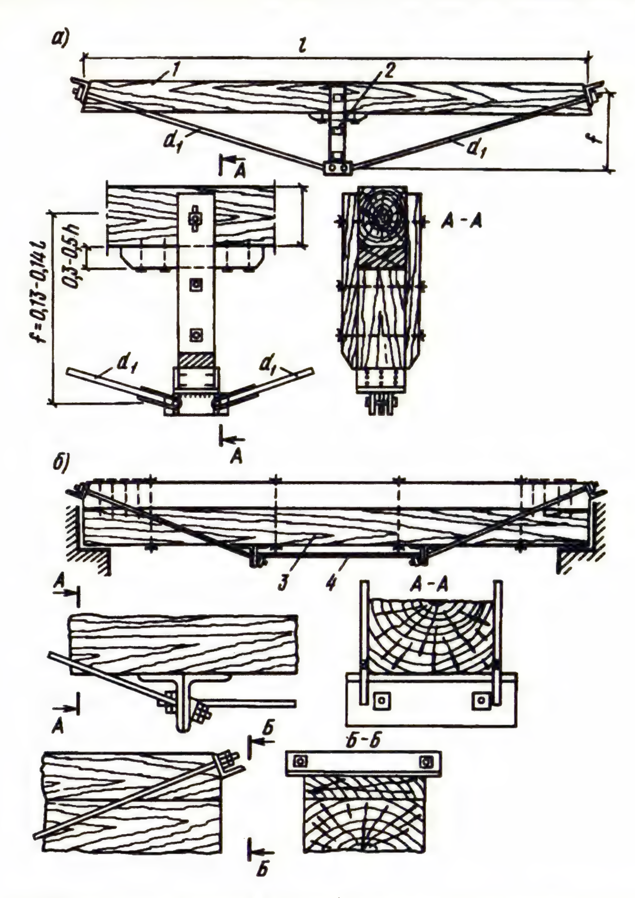


11.1. Временные опоры башенного типа
а — подпирание верхнего пояса фермы; *б* — подпирание ниженго пояса; *1* — связи; *2* — усиленная стойка и раскосы

устранения прогибов всей конструкции или ее отдельных элементов.

При значительных прогибах конструкций, например ферм, их вывешивают винтовыми или гидравлическими домкратами, опирающимися на стоечные леса, подвижные подмости или мостовой кран. Усилия от домкратов к верхнему поясу ферм передаются через вспомогательные стойки. Все временные крепления усиливаемых конструкций рассчитывают на возможные динамические воздействия. Если при обследовании установлено, что на каком-либо участке древесина ослаблена (в результате загнивания, механических повреждений), то ослабленные элементы необходимо заменить новыми.

Для усиления цельнодеревянных и клееных балок рекомендуется превращать их в шпренгельные системы путем введения дополнительных стоек и металлических элементов (рис. 11.2). Усиление проводится так, чтобы дополнительные элементы

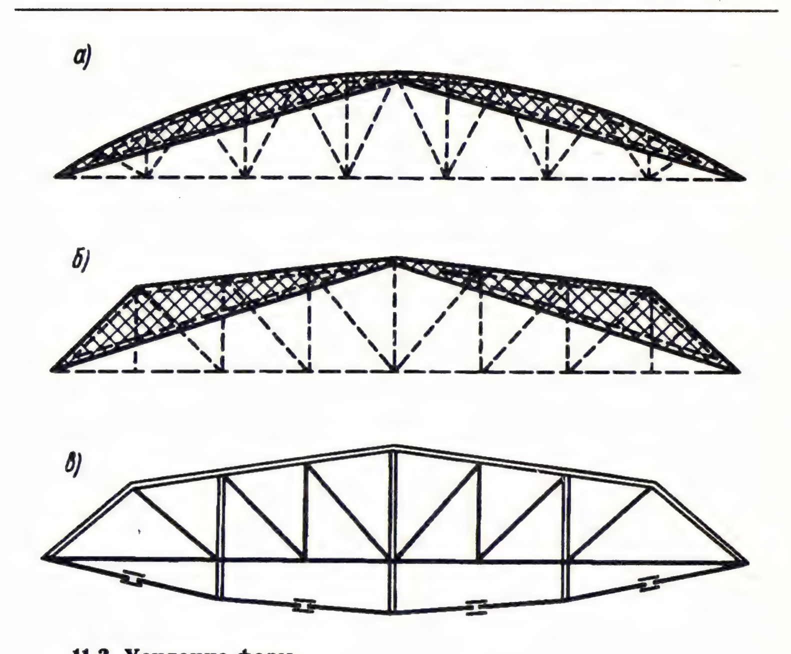


11.2. Усиление простой балки превращением в шпренгельную

а - шпренгель с дополнительной стойкой; *б* — шпренгель с дополнительной накладкой на балку; *1* — усиливаемая балка; *2* — стойка; *3* — накладка; *4* — металлические тяжи

включились полностью в работу всей конструкции. Для этого конструкции вывешивают домкратом и после установки необходимых элементов вновь нагружают.

Решетчатые фермы, верхний пояс которых находится в аварийном состоянии, усиливают путем устройства дополнительных поясов с перекрестной стенкой (рис. 11.3, *а*, *б*), которые превращают сквозную решетчатую конструкцию в условно-



11.3. Усиление ферм
а, б — устройство дополнительных поясов с перекрестной стенкой; *в* — устройство шпренгеля

сплошную трехшарнирную арку. Фермы могут быть также усилены подпружинной цепью (шпренгелем) с дополнительными стенками (рис. 11.3, *в*).

К способам восстановления, которые изменяют расчетную схему работы конструкций и часто используются в практике, относятся: превращение однопролетной конструкции в многопролетную (неразрезную) или в несколько однопролетных с меньшими пролетами; выключение из работы отдельных элементов решетчатых конструкций, например, путем устройства встречных раскосов в фермах для выключения из работы сжатого стержня; превращение балок в подкосные системы, ферм — в шпренгельные, арок — в металлодеревянные фермы; установка пространственных связей жесткости между плоскими конструкциями; превращение тонкостенных оболочек в ребристые, распорных сводов — в своды-оболочки.

Для проведения восстановительных работ деревянные конструкции обычно разгружают, т.е. удаляют части, не входящие

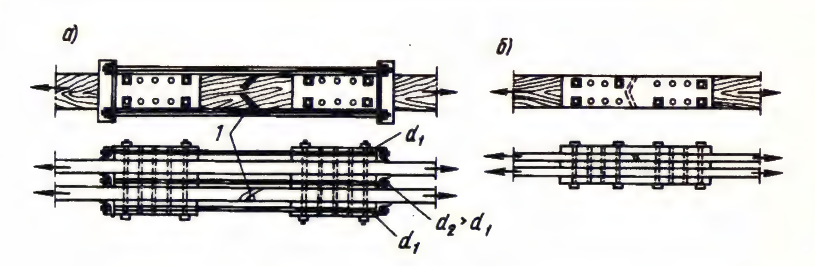
в расчетную схему (кровлю, теплоизоляцию), а также подвесные устройства (потолок, вентиляцию). Ремонтируемую конструкцию при этом вывешивают. Можно вывешивать конструкцию вместе с нагрузкой, которую она несет. Для этого служат подъемные приспособления (домкраты, клинья) и фиксирующие стойки или подмости. Усилия от стоек и подмостей должны передаваться на основание, обладающее необходимой прочностью и жесткостью. Сами стойки должны быть надежно закреплены и раскреплены. Вывешиваемые конструкции необходимо освободить от вертикальных связей с неподвижными частями здания. Попарно раскрепленные конструкции вывешивают одновременно и равномерно.

Для разгрузки отдельных элементов ремонтируемой конструкции в нее временно входят дополнительные рабочие элементы — хомуты, тяжи, накладки, встречные раскосы и др., воспринимающие усилие того же знака, что и в ремонтируемом элементе. По другому способу ремонтируемый элемент выключает из работы конструкции временным изменением схемы ее работы, например подпиранием или подвешиванием в нескольких точках. Для временной подвески ремонтируемой конструкции можно использовать рядом стоящие деревянные конструкции, несущая способность которых проверена расчетом.

Для усиления балок деревянных перекрытий, вышедших из строя вследствие загнивания концов, используют металлические или деревянные протезы. Балку вывешивают, поврежденный конец удаляют на необходимую длину, подводят протез и крепят его к балке гвоздями или болтами. Аналогичным способом можно восстановить балку и в середине пролета.

Ремонт растянутых деревянных элементов конструкций, например нижних поясов ферм, может быть осуществлен с помощью металлических тяжей и накладок. На дефектном участке приболчивают доски требуемой длины с установкой болтов не ближе 20 см от места дефекта, а затем ставят металлические тяжи с уголковыми шайбами, опирающимися в торцы досок (рис. 11.4, *а*). В ряде случаев можно ограничиться постановкой дополнительных накладок на болтах (рис. 11.4, *б*).

Дефекты в клеевых швах появляются в результате нарушения технологических требований, неправильного подбора клеев, отсутствия контроля влажности склеиваемых материалов, а также в условиях перегрузки конструкций. Поскольку требуемое качество клеевых соединений можно обеспечить только в



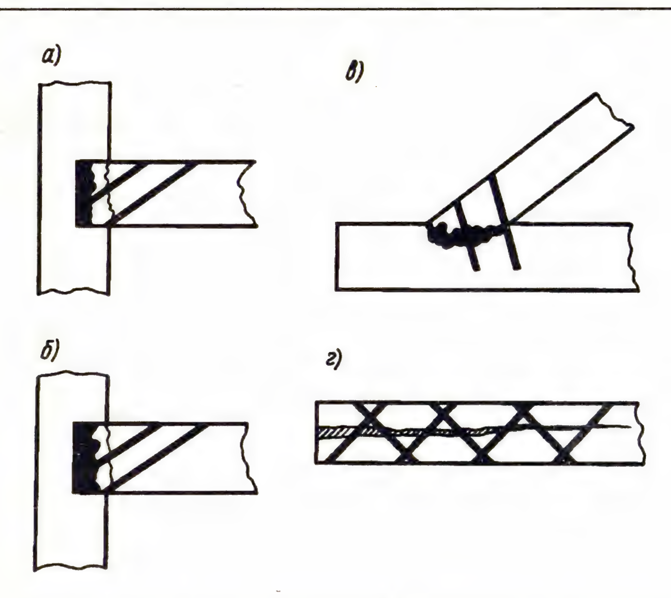
11.4. Усиление растянутого пояса ферм

а — при помощи тяжей из круглой стали с постановкой дополнительных досок на болтах; *б* — при помощи деревянных накладок на болтах

заводских условиях, ремонт таких конструкций с применением клеев на месте не рекомендуется. При местном отслоении досок в массивных элементах, либо отслоении поясных досок от стенки в фанерных конструкциях рекомендуется расслоенный участок охватывать металлическими хомутами. Хомуты натягивают с помощью болтов. При значительном по длине разрушении клеевого шва можно подтянуть поясные доски гвоздями с условием соблюдения правил их расстановки. Сильно поврежденные фанерные и дощатые конструкции восстанавливают путем набивки (на гвоздях) дополнительных поясных досок или фанеры, а также путем устройства перекрестной стенки.

В настоящее время для восстановления загнивших элементов конструкций используют метод модифицирования древесины синтетическими полимерами. Загнившие балки, стойки, арки пропитывают в поврежденных местах растворами полимера способом инъецирования. Например, пропитка деревянных деталей фенолоспиртами до 60—70%-ного поглощения с последующим их отверждением значительно повышает прочность и твердость ослабленных участков древесины и одновременно снижает их водопоглощение до 8—20%.

Восстановление влажных участков деревянных элементов основано на замещении влаги деэмульгатором с последующей пропиткой древесины полимерами. Сначала древесину обрабатывают раствором смеси карбоновых кислот в скипидаре (деэмульгатор). Такая обработка проводится после предварительного вакуумирования до 80—107 кПа при температуре 50—80°С в течение 2—4 ч. Далее древесину пропитывают при разрежении 66—80 кПа в течение 2—4 ч водным раствором феноло- или



11.5. Восстановление (усиление) разрушенных участков деревянных конструкций наклонными стеклопластиковыми стержнями и заливочным компаундом

а — сверление наклонных отверстий и удаление разрушенной древесины; *б* — установка стержней и заливка опорной части балки; *в* — то же, лобовой врубки; *г* — то же, с заливкой трещин

мочевиноформальдегидной смолы при температуре 50—60°С. Для ускоренного отверждения полимера обработанную древесину нагревают до 100-130°С в течение 2—4 ч.

При норме поглощения деэмульгатора 8% (для сосны) и сравнительно небольшой продолжительности обработки этот метод весьма эффективен: прочность на сжатие и растяжение обработанной древесины повышается в 1,8 раза, а на статический изгиб — в 1,6 раза; гигроскопичность за 60 сут при относительной влажности воздуха 90% снижается с 15,4—16,4 до 0,5—0,7%.

Рекомендуется способ восстановления загнивших и механически поврежденных частей деревянных конструкций с помощью стеклопластиковых штырей и заливочных компаундов (жидких композиций на основе эпоксидных полимеров). В конструкции просверливают наклонные отверстия (рис. 11.5, *а*), удаляют разрушенную часть древесины, вставляют в отвер-

стия стеклопластиковые стержни и заливают свободные промежутки компаундом (рис. 11.5, *б*, *в*). Полимер проникает в поры древесины и свободные промежутки, обеспечивая прочное сцепление стержней с древесиной, и заполняет дефектные участки конструкций (рис. 11.5, *г*). При температуре 10°С заливочный состав приобретает 90% нормируемой прочности через 48 ч, а максимальную — через 2 мес. Так как в процессе заливки и отверждения состав саморазогревается, его можно применять и в зимнее время.

Глава 12. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

12.1. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

Производственную мощность определяют в натуральных единицах продукции ($м^2$ панелей, $м^3$ конструкций и т.п.), которую должно выпускать предприятие. Производственная мощность зависит от производительности ведущей группы оборудования (клеильно-сборочные установки, прессы, деревообрабатывающие станки, заливочные формы и др.). Производственную мощность рассчитывают по формуле

$$M = Ф_э \cdot K_у \cdot M_ч,$$

где M — производственная мощность, $м^2$; $м^3$; $Ф_э$ — эффективный фонд рабочего времени, ч; $K_у$ — количество установленного оборудования равной производительности, шт; $M_ч$ — часовая производительность единицы оборудования, $м^2/ч$; $м^3/ч$.

Под эффективным фондом рабочего времени понимается время производительной работы оборудования в заданном режиме:

$$Ф_э = (Ф_к - П_{реж})t_с - П_{рем} - П_{тех},$$

где $Ф_к$ — календарный фонд времени (365 дн.); $П_{реж}$ — режимные простои, дн.; $t_с$ — число часов работы оборудования в сутки; $П_{рем}$ — простои оборудования в ремонте, ч; $П_{тех}$ — технически необходимые простои.

Часовую производительность единицы оборудования рассчитывают, исходя из ее конкретных параметров — величины просвета в прессе, скорости хода плунжера и т.д.

Например, производительность установок периодического действия (гидро- и пневмопрессы, заливочные формы и др.) определяют по формуле

$$M_ч = (O \cdot K \cdot n)/T,$$

где O — объем одного изделия, м^3; K — число изделий в одной запрессовке; n — коэффициент использования машинного времени (n = 0,85 — 0,95); T — время полного цикла работы установки, ч.

Производительность установок конвейерного типа (для изготовления панелей, балок с волнистой стенкой и др.) определяют по формуле

$$M_ч = F \cdot V \cdot n,$$

где F — площадь поперечного сечения изделий, м^2; V — скорость движения конвейера, м/ч; n — коэффициент использования машинного времени.

Потребное число станков, установок определяют, исходя из производственной программы цеха, режима его работы, фонда рабочего времени, числа операций и производительности оборудования. Фонд рабочего времени за смену, мин, определяют по формуле

$$T_{см.р} = (T_{см} — T_{пер})K_и,$$

где $T_{см}$ — продолжительность смены, мин; $T_{пер}$ — продолжительность перерывов, мин; $K_и$ — коэффициент использования линии (в зависимости от сложности линии $K_и$ = 0,6 — 0,75).

Сменную программу выпуска деталей, м^3, рассчитывают по формуле

$$N_{вып} = (N_г \cdot 100)/[A(100 — \quad)],$$

где $N_г$ — годовая производительность цеха, м^3; A — число рабочих смен в году; — производственные потери, (принимаются равными 3%).

Производительность деревообрабатывающих станков определяют с учетом их конструктивных особенностей и способов обработки деталей. Производительность торцовочных станков (резов/смену):

$$П = T_{см.р} \cdot K_д \cdot K_м(m_с — m_д),$$

где $K_д$ — коэффициент использования рабочего времени ($K_д$ = 0,9); $K_м$ — коэффициент использования машинного времени ($K_м$ =0,9); $m_с$ — число резов в 1 м; $m_д$ — число дополнительных резов для удаления дефектных участков и торцевания ($m_д$ = 2—3 при $m_с$ = 8—12).

Производительность станков для продольного раскроя пиломатериалов, м/смену:

$$П = (T_{см.р} \cdot V \cdot K_д \cdot K_м)/m_р,$$

где V — скорость подачи, м/мин; mр — среднее число резов на одной заготовке; $K_д = K_м = 0{,}9$.

Скорость подачи, м/мин, на станках для продольной распиловки определяют по формуле

$$V = (V_z \cdot W \cdot z)/1000,$$

где V_z — подача на один зуб пилы, мм (для хвойных пород древесины V_z = 0,4—0,6); W — число оборотов пильного вала (W = 5300 мин$^{-1}$); z — число зубьев у пилы.

Производительность рейсмусовых станков, заготовок/смену:

$$П = (T_{см.р} \cdot V \cdot K_{ск} \cdot K_д \cdot K_м \cdot m_з)/1,$$

где V — скорость подачи, м/мин; (V = 10); $K_д$ = 0,88—0,99; $K_м$ = 0,8—0,9; $K_{ск}$ — коэффициент скольжения ($K_{ск}$ = 0,88—0,99); l = длина заготовок, м; $m_з$ — число заготовок, обрабатываемых одновременно.

$$m_з = (B \cdot P)/b,$$

где B — ширина стола, мм; P — коэффициент заполнения ширины стола (P = 0,35); b — ширина заготовки, м.

Производительность шипорезных станков, шипов/смену:

$$П = T_{см.р} \cdot V \cdot m_з \cdot K_д \cdot K_м)/(m_к \cdot l_х),$$

где $K_д$ = 0,9—0,95; $K_м$ = 0,5—0,6; V = 5 м/мин; $m_к$ — число обрабатываемых концов; $l_х$ — длина рабочего хода каретки, м.

Производительность фрезеровальных станков, м/смену:

$$П = T_{см.р} \cdot V \cdot K_{ск} \cdot K_д \cdot K_м,$$

где $K_{ск}$ = 0,88—0,92; $K_д = K_м$ = 0,8—0,9.

Потребное число станков каждой группы n определяется по общей формуле

$$n = П_ц/П,$$

где $П_ц$ — требуемая сменная выработка на технологической операции; $П$ — производительность станка.

12.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ И ТРУДОЕМКОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Чтобы узнать расход материала на клееные деревянные конструкции, необходимо определить расход пиломатериалов, фанеры и клея.

Расход пиломатериалов:

$$V_п = K_р[(a_п b_п l_з / a_0 b_0 l_0)]V_к,$$

где $V_п$ — объем пиломатериалов, м³; $a_п$, $b_п$ — толщина и ширина досок до фрезерования; a_0, b_0 — то же после фрезерования; $l_з$, l_0 — длина заготовок и досок в конструкции; $K_р$ — коэффициент, учитывающий отходы при раскрое и продольном стыковании досок (для элементов со стыками на зубчатый шип $K_р$ = 1,07, со стыками на ус $K_р$ = 1,09); $V_к$ — объем древесины в конструкции.

Толщина снимаемого слоя при строгании по пласти принимается равной 3 мм, по кромке 5 мм. Потери древесины при фрезеровании определяют по графику, приведенному на рис. 12.1.

Расход фанеры:

$$V_ф = K_р \cdot V_к,$$

где $K_р$ = 1,05; $V_к$ — определяется по чертежу конструкции.

Расход клея:

$$P = P_{кл} \cdot V_{з.б},$$

где $P_{кл}$ — расход клея на 1 м³ объема заготовочного блока; $V_{з.б}$ — объем заготовочного блока, м³.

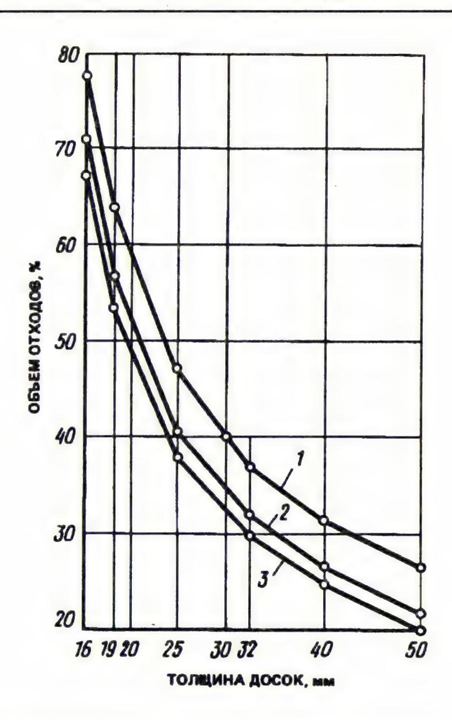
Расход клея для деревянных конструкций определяют по графику, приведенному на рис. 12.2. Расход алюминия принимают с учетом отходов в размере 3%, а стали — 5%.

Трудоемкость основных технологических операций слагается из затрат труда на сушку пиломатериалов, транспортные операции, первичную и вторичную торцовку, фрезерование досок, зарезку шипов, склейку блоков, обработку их после склейки (выравнивание боковых граней, обрезку торцов), антисептирование.

Трудоемкость изготовления клееных конструкций определяют по формуле

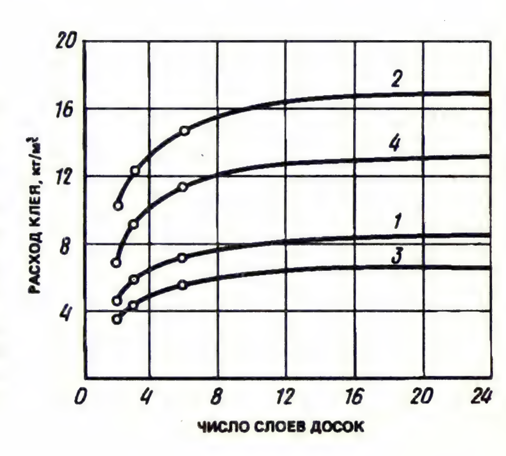
$$T_{кл} = K_т(T_{тор} + T_{ст} + T_{скл}) + T_{суш} + T_{тр},$$

где $T_{тор}$, $T_{ст}$, $T_{скл}$ — трудоемкость соответственно торцовки, стыкования и склеивания досок, чел.-ч; $K_т$ — коэффициент трудоемкости (1,05 — для криволинейных арок; 1,1 — для конструкций без стыков); $T_{суш}$, $T_{тр}$ — трудоемкость сушки и транспортных операций.



12.1. График для определения потерь древесины при фрезеровании досок

1 — шириной 100 мм; *2* — 150 мм; *3* — 200 мм



12.2. График для определения общего расхода клея на изготовление дощатых блоков

1, *3* — при удельном расходе 0,3 кг/м² на доски толщиной 34 и 44 мм соответственно (клей резорциноформальдегидный); *2*, *4* — при удельном расходе 0,6 кг/м² на доски той же толщины (клей фенолформальдегидный с наполнителем)

$$T_{суш} = t_{суш} V_п,$$

где $t_{суш}$ — затраты времени на сушку 1 м^3 пиломатериалов (ориентировочно 3,5 чел.-ч/м^3); $V_п$ — объем пиломатериалов, м^3.

$$T_{тр} = (t_1 + t_2)V_п + t_3 V_к,$$

где t_1 и t_2 — затраты времени на транспортирование пиломатериалов до цеха и в цехе (ориентировочно $t_1 = t_2 = 0{,}5$ чел.-ч/м^3); t_3 — затраты времени на транспортирование готового изделия со склада готовой продукции (ориентировочно 1 чел.-ч/м^3); $V_к$ — объем готовой конструкции, м^3.

С определением трудоемкости тесно связан расчет численности рабочих. На конвейерных производствах ее определяют по формуле

$$N = (k \cdot t \cdot c)/(\Phi_э n),$$

где N — списочный состав рабочих; t — плановая норма машинного времени на изделие (конструкцию); k — число одноименных изделий; c — число рабочих, одновременно работающих на установке; $\Phi_э$ — эффективное время работы установки; n — коэффициент использования машинного времени.

Численность рабочих вспомогательных цехов и служб определяется по нормам времени на соответствующие работы (транспортные, погрузочные, разгрузочные), по нормам обслуживания (слесари, электромонтеры, наладчики станков) или по рабочим местам (крановщики, клееприготовители).

12.3. ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

Технический контроль (общие требования). В задачу технического контроля качества входят: проверка операций, от которых зависят главные технические свойства продукции — долговечность, надежность, эстетичность; проверка соблюдения требований стандартов и технических условий. Контроль может быть визуальный (осмотр), геометрический (обмер), физический (дефектоскопия), химический (анализ материалов) и механический (проверка прочности и жесткости). Контроль может быть сплошной, распространяемый на все выпускаемые изделия, и выборочный, распространяемый на часть продукции. Различают также контроль пооперационный и приемочный.

При выборочном контроле объем проверяемой продукции (объем выборки) определяют по формуле

$$n = (t^2 \cdot v^2)/p^2,$$

где n — число изделий или образцов, отбираемых для контроля; t — показатель достоверности, зависящий от допустимого процента бракуемых изделий; v — вариационный коэффициент или показатель изменчивости контролируемого признака; p — показатель точности или относительная ошибка результатов измерений.

Если допустить, что из 100 испытываемых изделий или образцов 5 не удовлетворяют требуемому минимуму (вероятность результата контроля 0,95), то показатель достоверности t = 1,96. Если допустимо только одно отклонение из 100 измерений (вероятность 0,99), то t = 2,58. При допустимости одного отклонения из 10000 наблюдений t = 4. Контроль качества с такой вероятностью результата выполняется только для весьма ответственных изделий.

Вариационный коэффициент v определяют испытанием специально взятой выборки или подсчитывают по результатам текущих испытаний схожей продукции. Вариационный коэффициент служит характеристикой однородности данного свойства материала (прочности, жесткости), стабильности работы технологического оборудования (точности обработки, постоянства состава) и т.п.:

$$v = +(100/M)\,[\ \ (M - x_i)^2]/n,$$

где M — средняя величина контролируемого признака по результатам измерений всей выборки; x_i — каждое отдельное измерение; n — величина выборки.

При отсутствии точных данных можно воспользоваться средними значениями вариационного коэффициента, находящимися в пределах 15—22%. Показатель точности также определяют при испытании специально взятой выборки или задают, руководствуясь технологическими соображениями. При контролировании свойств древесины и оценке качества клеевых соединений обычно удовлетворяются точностью 5%.

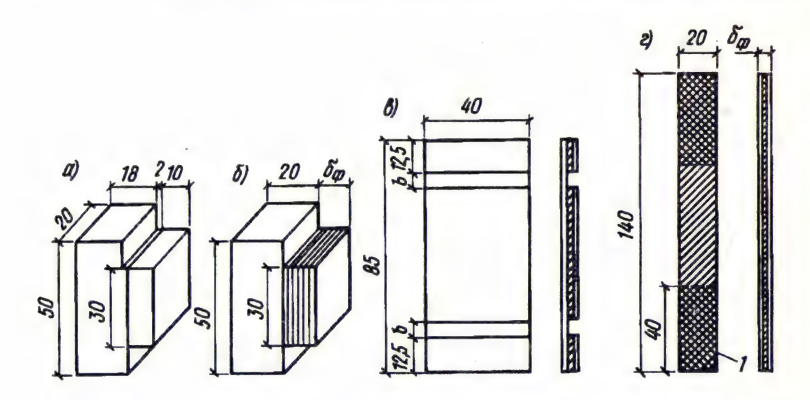
Технический контроль в производстве деревянных конструкций осуществляют заводские и цеховые лаборатории, а также отдел технического контроля. Главные объекты контроля — качество пиломатериалов и заготовок, качество клеев и защитных средств, технологические параметры склеивания, прочность клеевых соединений, размеры, прочность и внешний вид готовых конструкций. Своевременное получение результатов контроля необходимо для корректировки технологического процесса. Существует технологический контроль (проверяют исходные материалы, промежуточные полуфабрикаты, процес-

сы их переработки) и контроль готовой продукции (проверяют эксплуатационные свойства изделий и конструкций, соответствие их стандартам и техническим условиям).

При контроле готовых клееных деревянных конструкций все их элементы осматривают, в первую очередь обращая внимание на качество склейки. При этом бракуются изделия, имеющие непроклеенные участки длиной более 150 мм, толстые клеевые швы (более 1 мм), выступы досок (свесы) более чем на 7% ширины в сторону от вертикали пакета и другие дефекты.

Контроль качества склеивания. До этого элементы несущих конструкций (отдельные балки, блоки т.п.) испытывают на изгиб до разрушения. Для испытания из каждой партии отбирают несколько изделий объемом не более 2 $м^3$. Изделие устанавливают на испытательном стенде. Перед испытанием обмеряют поперечное сечение элемента в середине и по концам, затем нагружают его сосредоточенными грузами, расположенными в четвертях пролета. Для нагружения используют пневматические или гидравлические домкраты. Нагрузку повышают ступенями до разрушения, отмечая моменты образования сколов, трещин, складок, разрывов досок и т.п. Измеряют деформации элемента при нагружении. Части конструкции, оставшиеся после разрушения, используют для определения прочности и водостойкости клеевых швов. Сначала вырезают заготовки, выбирая участки без пороков древесины или видимых технологических дефектов, далее разделывают заготовки на образцы (рис. 12.3, *а*). При этом волокна древесины должны быть параллельны кромкам образца.

В щитовых изделиях, а также в клееных фанерных балках определяют прочность склеивания фанеры с деревянным каркасом. Образцы изготовляют согласно рис. 12.3, *б*. Для контроля прочности облицовок (приклеивание шпона, бумажных пластиков и т.п.) пользуются специальными образцами (рис. 12.3, *в*). Направление волокон рубашек фанеры или шпона, прилегающих к клеевому слою, может быть параллельным или перпендикулярным направлению волокон древесины реек или ребер щитового изделия. Указанные образцы используют и для контроля водостойкости клеевых соединений. Для ускоренного контроля качества склеивания строительной фанеры рекомендуются образцы упрощенного типа (рис. 12.3, *г*), волокна которых направлены под углом 45° к действующему усилию. Число



12.3. Образцы для определения прочности клеевых швов

а — дощатых конструкций; *б* — дощато-фанерных конструкций; *в* — фанеры, древесных платиков и плит; *г* — строительной фанеры; *1* — поверхность зажима

образцов каждого вида, вырезанных из одного изделия, должно быть не менее 10 шт.

Контроль водостойкости клеевых соединений. При испытании массивной древесины пользуются единым образцом. Образцы подвергают температурно-влажностным воздействиям не ранее, чем через 15 сут после склеивания и выдержки при температуре не ниже 16°С. Для определения водостойкости образцы выдерживают 48 ч в воде при 20°С; после извлечения из воды протирают сухой тряпкой, обмеряют и испытывают на прочность клеевого шва. Другую группу образцов выдерживают в кипящей воде 3 ч, охлаждают в воде 30 мин при 20°С, извлекают, протирают, испытывают на прочность. Испытание кипячением проводят, если средняя прочность клеевых соединений образцов первой группы после выдержки в воде равна или более 3,2 МПа.

По результатам испытаний устанавливают группу водостойкости, исходя из средних значений прочности на скалывание вдоль волокон по клеевому шву (табл. 12.1).

Для определения стойкости к циклическим температурно-влажностным воздействиям образцы вымачивают в воде 20 ч при 20°С, замораживают мокрые образцы 6 ч при —20°С, оттаивают 16 ч при 20°С, высушивают 6 ч при 60°С. Группу циклической стойкости определяют в зависимости от величины

12.1. Оценка водостойкости клеевых соединений

Группа водостойкости	Средняя прочность клеевых соединений при скалывании вдоль волокон древесины, МПа, после выдержки образцов в воде при температуре, °С	
	20±2	100
Низкая	До 3,2	–
Средняя А	3,2 и более	До 2
Средняя Б	То же	2–3,2
Повышенная	То же	3,2 и более

относительной прочности клеевых соединений (А) после 40 циклов термовлагообработки. Если А менее 30%, стойкость соединений низкая; 30 — 60% — средняя; более 60% — повышенная.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антисептирование древесины памятников / Мин. культ. РСФСР, объед. «Росреставрация». — М., 1989. — 28 с.

Бокщанин Ю.Р. Обработка и применение древесины лиственницы. — М.: Лесная пром-сть, 1982. — 200 с.

Буглай Б.М., Гончаров Н.А. Технология изделий из древесины. — М.: Лесная пром-сть, 1985. — 322 с.

Варфоломеев Ю.А. Повышение эксплуатационной надежности деревянных клееных конструкций: Обзор.информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1989. — 38 с.

Варфоломеев Ю.А. Защитная обработка древесины: Обзор. информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1987. — 48 с.

Васильев Б.А. Деревянное домостроение за рубежом: Экспресс-информ. / Механическая обработка древесины. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1987, вып. 3.

Воеводин В.М., Дурновский А.М., Кондратенко Б.Е. Снижение древесиноемкости деревянных домов: Обзор. информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1986. — 46 с.

Временные рекомендации по вклеиванию металлических стержней в деревянные элементы конструкций. — М.: ЦНИИСК, 1984. — 18 с.

Вторичные материальные ресурсы лесной и деревообрабатывающей промышленности: Справочник. — М.: Экономика, 1983. — 217 с.

Высокоэффективные инструменты и механизмы для монтажных и специальных строительных работ: Справочник / В.Ф. Назаренко, А.С. Белик, П.С. Смоленский, Л.М. Песин. — Киев: Будівэльник, 1980. — 152 с.

Гук В.К., Анненков В.Ф. Рациональное и комплексное использование древесины: Обзор. информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1981. — 48 с.

Гуськов И.М. Ремонт деревянных зданий и усиление конструкций: Обзор. информ. / Механическая обработка древесины. — М., 1982. — 60 с.

Доронин Ю.Г., Кондратьев В.Н. Клеи холодного отверждения для склеивания древесных материалов. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1981. — 44 с.

Древесно-стружечные плиты для деревянного домостроения и улучшение их санитарно-гигиенических свойств: Обзор. информ. / Хрулев В.М., Дорноступ С.Б., Мартынов К.Я. и др. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1989. — 52 с.

Зубарев Г.Н., Лялин И.М. Конструкции из древесины и пластмасс. — М.: Высшая школа, 1980. — 310 с.

Иванов В.А., Клименко В.З. Конструкции из дерева и пластмасс. — Киев: Вища школа, 1983. — 280 с.

Изделия и конструкции с применением цементно-стружечных плит. Отраслевой строительной каталог. — Уфа, 1987.

Инструкция по защитно-декоративной обработке деревянных клееных конструкций и деталей. — Архангельск: ЦНИИМОД, 1986. — 10 с.

Кислый В.В., Данилов В.В., Савченко Г.Т. Деревянные дома и применение новых строительных материалов в их производстве: Обзор. информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1987. — 48 с.

Ковальчук Л.М., Никулихина Р.В. Производство деревянных клееных конструкций и применение их в строительстве: Обзор. информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1988. — 36 с.

Ковальчук Л.М., Бойтемирова И.Н., Успенская Г.Б. Требования к древесине строительных конструкций и их обеспечение: Обзор. информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1987.

Ковальчук Л.М. Производство деревянных клееных конструкций. — М.: Лесная пром-сть, 1987. — 216 с.

Кожевников И.П., Соловов А.М. Деревянные жилые дома и садовые домики на Международной выставке «Лесдревмаш-89»: Обзор. информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1990. — 48 с.

Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. для вузов /Ю.В. Слицкоухов, В.Д. Буданов, М.М. Гаппоев и др.; Под ред. Г.Г. Карлсена и Ю.В. Слицкоухова. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1986. — 543 с.

Куликов В.А., Леонтьева М.М., Грудкина Н.А. Использование клееных элементов и лиственницы в производстве деревянных домов: Обзор. информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1987. — 40 с.

Легкие конструкции для строительства /В.В. Стоянов, В.М. Хрулев, В.Г. Житушкин, Н.И. Узун. — Кишинев, «Штиинца», 1985. — 114 с.

Леонович А.А. Новое в снижении горючести древесины и древесноплитных материалов: Обзор. информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1989. — 42 с.

Лисенко Л.М. Дерево в архитектуре. — М.: Стройиздат, 1984. — 182 с.

Ломакин А.Д. Защита древесины и древесных материалов. — М.: Лесная пром-сть, 1990. — 256 с.

Максименко Н.А. Защитные средства для деревянных конструкций: Обзор. информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1986. — 36 с.

Малехонова И.Н., Спиридонова В.Е. Освоение производства деревянных домов по новым типовым проектам: Обзор. информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1988. — 64 с.

Наназашвили И.Х. Строительные материалы, изделия и конструкции: Справочник. — М.: Высшая школа, 1990. — 495 с.

Отлев Т.А. и др. Справочник по производству древесно-стружечных плит. — М.: Лесная пром-сть, 1990. — 381 с.

Петров А.К. Технология деревообрабатывающих производств. — М.: Лесная пром-сть. 1986. — 328 с.

Пособие по проектированию деревянных конструкций /ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. — М.: Стройиздат, 1986. — 216 с.

Проневич В.П. Деревянное панельное домостроение. — М.: Лесная пром-сть, 1984. — 188 с.

Разумовский В.Г. и др. Промышленное изготовление цементно-стружечных плит: Обзор. информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1987. — 40 с.

Рекомендации по методам испытаний древесных плит для строительства. — М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 1985. — 46 с.

Рекомендации по применению огнезащитных покрытий для деревянных конструкций. — М.: ЦНИИСК, 1983. — 28 с.

Рекомендации по проектированию и изготовлению деревянных конструкций с соединениями на пластинах с цилиндрическими нагелями /Пискунов Ю.В., Ковальчук Л.И., Баранов Г.Р. и др. — М.: ЦНИИСК, 1988. — 77 с.

Рекомендации по проектированию, изготовлению и эксплуатации малоэтажных жилых домов и объектов соцкультбыта из безметалльных деревянных объемных блоков. — Новосибирск: СибЗНИИЭП, 1987. — 46 с.

Рекомендации по проектированию, изготовлению и применению конструкций на основе цементно-стружечных плит. — М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 1986.

Рекомендации по проектированию и области применения конструкций на основе цементно-стружечных плит. — М.: ЦНИИСК, 1984.

Рекомендации по проектированию и изготовлению дощатых конструкций с соединениями на металлических зубчатых пластинах. — М.: ЦНИИСК, 1985.

Рекомендации по проектированию, изготовлению, транспортировке, монтажу и эксплуатации стропильных дощатых ферм с соединениями узлов на металлических зубчатых пластинках. — Горький, 1985. — 37 с.

Рекомендации по усилению опорных зон поперечным армированием. — М.: ЦНИИПромзданий, 1984.

Роценс К.А., Берзон А.В., Гулбис Я.К. Особенности свойств модифицированной древесины. — Рига: Зинатне, 1983. — 207 с.

Руководство по обеспечению долговечности деревянных конструкций при воздействии на них микроклимата зданий различного назначения и атмосферных факторов. — М.: Стройиздат, 1981.

Савойский В.М., Хахулин В.Г. Технология индустриального домостроения. — М.: ЦНТИ Госгражданстроя, 1980. — 40 с.

Соловов А.М., Кожевников И.П. Производство и применение новых листовых и плитных материалов в деревянном домостроении: Обзор. информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1989. — 36 с.

Справочник по клеям и клеящим мастикам в строительстве / Под ред. В.Г. Микульского и О.Я. Фиговского. — М.: Стройиздат, 1984. 240 с.

Справочник по производству и применение арболита / И.П. Крутов, И.Х. Наназашивли, Н.И. Склизков, В.Н. Савин: Под ред. И.Х. Наназашвили. — М.: Стройиздат, 1987. — 208 с.

Справочник по строительным материалам и изделиям: Керамика. Стекло. Древесина. Пластмассы. Краски /Ю.Д. Нациевский, В,П, Хоменко, В.В. Беглецов. — Киев: Будівэльник, 1990. — 144 с.

Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет: Учебн. пособие /И.М. Гринь, К.Е. Джан-Темиров, В.И. Гринь. — 3-е изд., перераб. и доп. — Киев: Вища школа, 1990. — 221 с.

Строительные материалы в малоэтажном домостроении Севера и Сибири /В.М. Хрулев, В.Т. Дудник, Б.К. Скрипкин, С.М. Кондрашов; Под ред. В.М. Хрулева. — Л.: Стройиздат, 1989. — 152 с.

Фрейдин А.С., Пшенов А.А. Мобильные блок-контейнеры из древесины и древесных материалов: Экспресс-информ. /Механическая обработка древесины. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1987, Ё1.

Фрейдин А.С., Шамарина Л.М. Конструкционные свойства цементно-стружечных плит и применение их в малоэтажном домостроении: Обзор. информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1988. — 32 с.

Химерик Т.Ю., Долгий Э.М., Томин Г.С. Использование отходов деревообрабатывающей промышленности в строительстве. — Киев: Будівэльник, 1989. — 96 с.

Хрулев В.М., Машкин Н.А., Дорофеев Н.С. Модифицированная древесина и ее применение. — Кемерово, 1988. — 120 с.

Хрулев В.М. Модифицированная древесина в строительстве. — М.: Стройиздат, 1986. — 112 с.

Хрулев В.М., Рыков Р.И. Обработка древесины полимерами. —Улан-Удэ, 1984. — 164 с.

Цукеркандель А.П. Применение древесины мягких лиственных пород и березы в строительстве: Информ. сборн. Деревообработка, вып. 14. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1989. — 42 с.

Чаус К.В., Чистов Ю.Д., Лабзина Ю.В. Технология производства строительных материалов, изделий и конструкций. — М.: Высшая школа, 1988. — 288 с.

Чистяков А.М. Легкие многослойные ограждающие конструкции. — М.: Стройиздат, 1987. — 120 с.

Щеглов В.Ф. Современные методы складирования и транспортирования пилопродукции: Обзор. информ. — М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1987. — 40 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Справочное издание

Хрулев Валентин Михайлович,
Мартынов Константин Яковлевич,
Лукачев Станислав Васильевич,
Шутов Геннадий Моисеевич

ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ДЕТАЛИ

Редактор *Л.А. Кашани*
Художественный редактор *Л.Ф. Егоренко*
Технический редактор *М.С.Ашиткова*
Корректор *Т.Г. Бросалина*
Оператор *М.В. Карамнова*
ИБ №5611
Лицензия №020441 от 28.02.92

Подписано в печать 03.08.95. Формат $84 \times 108/_{32}$.Бумага офсетная. Гарнитура Антиква. Печать офсетная. Усл.-печ.л. 20,16. Уч.-изд.л. 22,65. Тираж 3000 экз. Изд. № АХ-3728.
Заказ № 561

Стройиздат. 101442. Москва, Долгоруковская ул., 23а.
Можайский полиграфкомбинат Комитета РФ по печати
143200, Можайск, ул. Мира, 93

Строительная индустрия и промышленность строительных материалов. / Под ред. К.В.Михайлова - М.: Стройиздат, 1995. - 512 с.: ил. - ISBN 5-274-02092-5.

Энциклопедия состоит изследующих разделов: «Бетоны, заполнители, растворы,технология», «Вяжущие материалы. Общетехнические свойства материалов», «Металл, дерево, армированный бетон, стройиндустрия», «Керамика, стекло, асбест, оборудование», «Полимерные теплоизоляционные, акустические, кровельные и гидроизоляционные материалы».

Строительное производство. / Под ред. А.К.Шрейбера - М.: Стройиздат, 1994. - 512 с.: ил. - ISBN 5-274-02093-3.

В книгу включены следующие разделы:»Общие вопросы строительства. Строительное законодательство», «Технология и организация строительного производства», «Управление строительством», «Автоматизация, роботизация, механизация строительства. Строительные и дорожные машины», «Экономика строительства», «Труд и кадры», «Охрана труда и техника безорасности», «Реконструкция, реставрация, капитальный ремонт».

Строительные конструкции. / Под ред. Ю.А.Дыховичного. - М.: Стройиздат, 1994. - 512 с.: ил. - ISBN 5-274-02094-1.

Толкование терминов систематизировано по следующим разделам: «Нагрузки и воздействия для расчета конструкций», «Строительная механика и теория сооружений», «Железобетонные конструкции», «Каменные и армокаменные конструкции», «Металлические конструкции», «Деревянные конструкции», «Конструкции из синтетических и композиционных материалов», «Основания и фундаменты», «Теплотехника ограждающих конструкций», «Звукоизоляция ограждающих конструкций».

СПРАВОЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА ИЗДАТЕЛЬСТВА "СТРОЙИЗДАТ" ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ

Справочник. Земляные работы / *Под ред. Гриншпуна Л.В.*

Справочник. Механизация труда при эксплуатации жилищного фонда / *Под ред. Гончарова Г.К.*

Справочник. Отделочные работы / *Усатова Т.А., Дмитриева Э.О.*

Справочник проектировщика. Защита от шума в градостроительстве / *Под ред. Осипова Г.Л.*

Справочник производителя работ. Реконструкция и капитальный ремонт жилых и общественных зданий / *Вольфсон В.Л., Ильяшенко В.А., Комисарчик Р.Г.*

Справочник энергетика строительной организации. *В 2-х тт.*

Справочное пособие. Мобильные котельные для временного и аварийного теплоснабжения / *Борщов Д.Я.*

Справочное пособие по строительным машинам. Машины грузоподъемные для строительно-монтажных работ / *Поляков В.И., Полосин М.Д.*

Справочное пособие по строительным машинам. Машины для земельных работ / *Г.В. Кириллов и др.- 3-е изд.*

Справочное пособие по строительным машинам. Машины и оборудование для бетон. и ж/б работ / *Могилевская Я.Г.*

Справочное пособие по строительным машинам. Машины и оборудование для городского коммунального хозяйства / *Засов и др.*

Справочное пособие. Производство мелкоштучных стеновых блоков для индивидуального строительства / *Ибрагимов Т.А.*

Справочное пособие. Расход арматуры в ж/б конструкциях / *Браун В.: Перевод с нем.*

Справочное пособие. Ремонт и эксплуатация жилых зданий / *Под ред. Хикиша*

Справочное пособие. Строительство заглубленных сооружений. *Смородинов М.И.*

Справочное пособие. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений / *Под ред. Бойко М.Д.*

Справочное пособие. Эксплуатация жилых зданий / *Под ред. Ариевича*

Юридический справочник строителя / *Козлов В.И.*




P 27000

ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ДЕТАЛИ